

М.А.Овечкин

Любительские телевизионные игры

Издательство «Радио и связь»



Основана в 1947 году
Выпуск 1135

М.А.Овечкин

Любительские телевизионные игры

2-е издание, переработанное и дополненное



Москва
«Радио и связь» 1989

УДК 621.327.13:681.136.51
О-31
ББК 32 844

Рецензент А. М. ПИЛТАКЯН

Овечкин М. А.

О-31 Любительские телевизионные игры. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1989. — 72 с.: (Массовая радиобиблиотека. Вып. 1135).

ISBN 5-256-00203-1.

Знакомит читателей с увлекательным направлением бытовой электроники — телевизионными игровыми приставками. Описаны принципы построения таких устройств, схемотехнические решения. Приведены описания двух телевизионных приставок разной степени сложности. Первое издание вышло в 1985 г. Материал настоящего издания дополнен сведениями о налаживании отдельных узлов и приставок в целом.

Для широкого круга радиолюбителей.

О $\frac{2300202020\text{-}026}{046(01)\text{-}89}$ 80-89 ББК 32 844

ISBN 5-256-00203-1

Предисловие ко второму изданию

Телевизионные игровые приставки как новое направление в бытовой электронике появились в начале 70-х годов. Интерес к телевизионным играм постоянно растет. Быстрое развитие микроэлектроники и массовый выпуск микросхем широкого применения открывают возможность каждому радиолюбителю, знакомому с основами телевидения и элементами алгебры логики, повторить известные и разработать новые интересные телеигры. Комбинируя серии логических элементов К133, К134, К136, К155, К176, К555, К561, К564, можно выполнить телеигру любой сложности.

Практика применения любительских игровых приставок показывает, что наибольшей популярностью пользуются игровые ситуации типа "Хоккей" и "Скачки". В игре "Хоккей" определенный интерес вызывает состязание с командой, которая автоматически управляется устройством, находящимся внутри приставки. Управляющая программа может быть построена таким образом, что "электронная" команда быстро распознает слабого или сильного противника и в зависимости от этого строит свою игру. В игре "Скачки" могут выполнять "заезд" одновременно до четырех наездников. Стремительное развитие действия, звуковые эффекты, азарт гонки — все это делает игру зрелищной и динамичной.

В основу брошюры положен практический опыт, приобретенный автором при создании и отработке данных игр. В брошюре дается не только описание схемотехнических решений игровых устройств, но и описание работы отдельных логических схем и вспомогательных узлов. Это облегчает использование брошюры читателям, недостаточно подготовленным в области цифровой техники. Как правило, большинство узлов, выполненных на цифровых микросхемах, налаживания не требуют.

Учитывая многочисленные пожелания читателей, во втором издании книги подробней рассмотрены вопросы налаживания как отдельных узлов, так и приставок в целом.

Телевизионные игры являются первым, начальным шагом в освоении радиолюбителями цифровой техники и в дальнейшем значительно облегчат понимание работы игровых компьютерных программ. Познакомившись с книгой, радиолюбители смогут не только повторить описанные конструкции, но и заняться самостоятельным творчеством.

ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИГР

Информация в телевизионных игровых устройствах в основном представляется в двоичной системе счисления. В этой системе используются только две цифры 1 и 0. Электрические эквиваленты этих цифр — напряжение высокого и низкого уровня, характерные для потенциальной системы представления информации. Напряжению высокого уровня (для ТТЛ-схем ⩾ 2,4 В) соответствует логическая единица, а напряжению низкого (⩽ 0,4 В) — логический нуль (так называемая положительная логика). Переход от нулевого состояния к единичному называется положительным перепадом напряжения или просто положительным перепадом, переход из единичного к нулевому — отрицательным. Помимо потенциальных сигналов в микросхемотехнике телевизионных игр применяются импульсные сигналы, которые выделяются из фронтов и срезов потенциальных сигналов путем их дифференцирования или формируются с помощью специальных логических устройств.

Цифровые устройства делятся на два класса: комбинационные и последовательностные. Комбинационные устройства характеризуются отсутствием памяти. Сигнал на выходе такого устройства однозначно определен набором сигналов на его входах в текущий момент времени. Комбинационными устройствами являются электронные ключи, элементы НЕ, И—НЕ, ИЛИ—НЕ, дешифраторы, мультиплексоры. Последовательностные устройства имеют память, и при смене информации на входах сигнал на выходе будет зависеть от состояния, в котором устройство находилось до этого. К комбинационным устройствам относятся триггеры, счетчики (делители частоты) и регистры.

Рассмотрим работу комбинационных и последовательностных устройств, применяемых в предлагаемых играх.

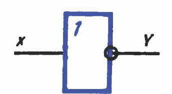
Комбинационные устройства

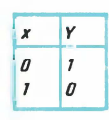
Логический элемент НЕ (инвертор) (рис. 1). Инвертор имеет один вход X и один выход Y. Сигнал на его выходе всегда противоположен входному.

Логический элемент И—НЕ (рис. 2). Элемент И—НЕ может иметь два и более входов и один выход. Напряжение низкого уровня (состояние логического нуля) существует на выходе только при напряжениях высокого уровня (состояниях логических единиц) на всех его входах. При наличии на любом входе хотя бы одного напряжения низкого уровня на выходе будет напряжение высокого уровня. Элемент И—НЕ часто используется как схема совпадения сигналов. На рис. 3 в качестве примера приведена схема совпадения двух сигналов — сигнала шайбы $U_{ш}$ и сигнала игрока $U_{и}$ при игре в "Хоккей", и временная диаграмма работы схемы совпадения.

Логический элемент И—ИЛИ—НЕ (рис. 4). Элемент И—ИЛИ—НЕ в общем случае состоит из нескольких элементов И, многовходового элемента ИЛИ и инвертора. При совпадении положительных сигналов на каком-либо элементе И элемент И—ИЛИ—НЕ переключается в нуль вне зависимости от состояния уровней на остальных входах.

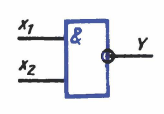
Дешифратор (рис. 5). Дешифратор представляет собой устройство, преобразующее совокупность сигналов на входах (входной вход) в импульс на одном из вы-





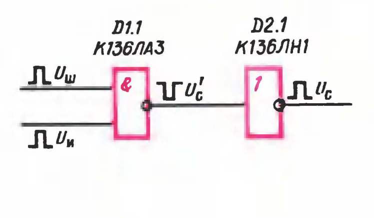
x	Y
0	1
1	0

Рис. 1. Условное изображение элемента НЕ и его таблица истинности



x_1	x_2	Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Рис. 2. Условное изображение двухвходового элемента И—НЕ и его таблица истинности



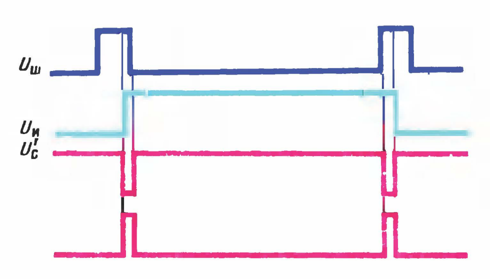


Рис. 3. Пример построения схемы совпадения двух сигналов и временная диаграмма ее работы

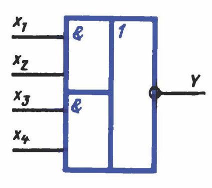
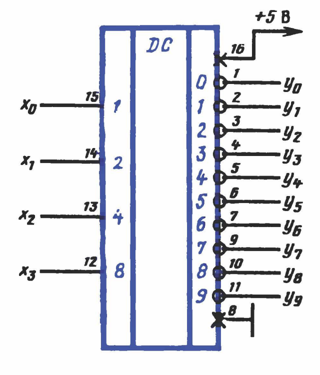


Рис. 4. Условное изображение элемента И—ИЛИ—НЕ и его таблица истинности

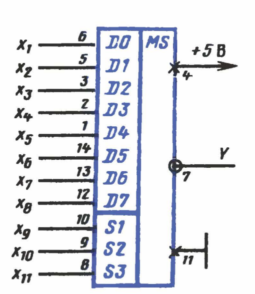
x_1	x_2	x_3	x_4	Y	x_1	x_2	x_3	x_4	Y
0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	1	1	0
0	1	1	0	1	0	1	1	1	0
1	1	1	0	0	1	1	1	1	0



x_0	x_1	x_2	x_3	Y	x_0	x_1	x_2	x_3	Y
0	0	0	0	Y_0	1	0	1	0	Y_5
1	0	0	0	Y_1	0	1	1	0	Y_6
0	1	0	0	Y_2	1	1	1	0	Y_7
1	1	0	0	Y_3	0	0	0	1	Y_8
0	0	1	0	Y_4	1	0	0	1	Y_9

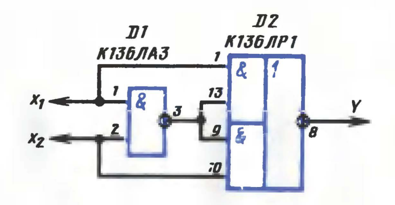
Рис. 5. Условное изображение, цоколевка и таблица истинности дешифратора К134ИД6

2. Заказ № 7260



x_9	x_{10}	x_{11}	Y
0	0	0	$\overline{x}_1$
1	0	0	$\overline{x}_2$
0	1	0	$\overline{x}_3$
1	1	0	$\overline{x}_4$
0	0	1	$\overline{x}_5$
1	0	1	$\overline{x}_6$
0	1	1	$\overline{x}_7$
1	1	1	$\overline{x}_8$

Рис. 6. Условное изображение, цоколевка и таблица истинности мультиплексора типа К134КП10



x_1	x_2	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Рис. 7. Схема устройства сравнения кодов двух чисел и его таблица истинности

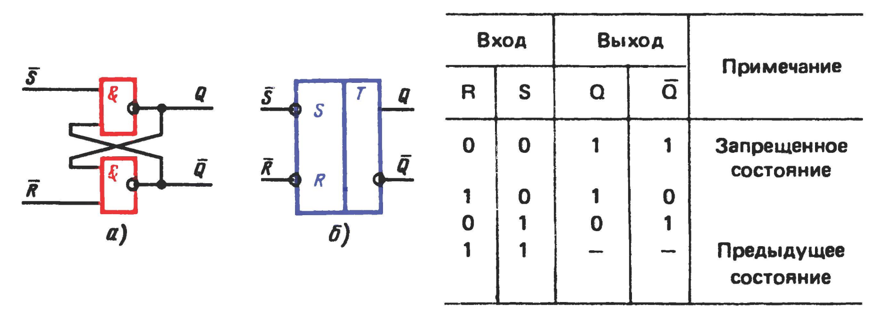
ходов (выводы 16 и 8 не несут логической информации). В частности, для телевизионных игр дешифратор преобразует входной параллельный четырехразрядный код в код десятичной системы счисления. Особенность рассматриваемого дешифратора заключается в том, что его входы прямые, т. е. для правильной работы на вход необходимо подать положительные сигналы, соответствующие напряжению высокого уровня, в то время как сигнал на выходе инверсный, т. е. соответствует напряжению низкого уровня.

Мультиплексор (рис. 6). Мультиплексор – устройство, коммутирующее несколько входных сигналов на один выходной канал. Мультиплексор имеет восемь информационных входов, три адресных входа и один инверсный выход (выводы 4 и 11 не несут логической информации). В зависимости от адресного набора сигнал только одного выбранного входа проходит на выход мультиплексора. Наиболее эффективно мультиплексоры могут быть применены в знаковых генераторах игровых приставок для развертки сигналов логической матрицы по оси телевизионного растра.

Устройство сравнения кодов (рис. 7). Работу одноразрядного устройства сравнения кодов на микросхемах К136ЛА3 и К136ЛР1 удобно проследить по таблице истинности. Микросхема К155ЛП5 (К133ЛП5) содержит четыре таких устройства, однако ее применение ограничено из-за относительно значительного потребления мощности. В телевизионной игре "Скачки" использованы шестиразрядные устройства сравнения.

Триггеры

Триггер представляет собой устройство, состоящее из ячейки памяти с логическими схемами управления. Схемы управления преобразуют входную инфор-



Вход		Выход		Примечание
R	S	Q	$\bar{Q}$	
0	0	1	1	Запрещенное состояние
1	0	1	0	
0	1	0	1	
1	1	—	—	Предыдущее состояние

Рис. 8. Логическая структура (а), условное изображение (б) и таблица состояний асинхронного RS-триггера на элементах И—НЕ

мацию в комбинацию сигналов, под воздействием которых триггер принимает одно из двух устойчивых состояний, в каждом из которых он может находиться сколь угодно долго, пока не произойдет смена информации на его входах. Более подробно триггеры описаны в [8].

RS-триггер (рис. 8). Асинхронный RS-триггер выполнен на двух элементах И—НЕ, замкнутых в кольцо. Два устойчивых состояния обеспечиваются в результате связи выхода каждого элемента с одним из входов другого. Свободные входы служат для управления триггером и называются информационными: вход $\bar{S}$ — это вход установки триггера в состояние логической единицы, а вход $\bar{R}$ — вход установки триггера в состояние логического нуля. Входы инверсные, т.е. для изменения состояния триггера на один из входов подается напряжение низкого уровня. Выходов у RS-триггера также два: прямой (единичный) Q и инверсный (нулевой) $\bar{Q}$. Таблица состояний RS-триггера приведена на рис. 8,*в*. Следует отметить, что наличие напряжений низкого уровня на обоих входах триггера данного типа является запрещенной комбинацией, так как состояние триггера для этого случая после снятия сигналов будет неопределенным.

В телевизионных играх часто используется разновидность RS-триггера, выполненного на микросхемах D1 (К136ЛА3) и D2 (К136ЛН1) (рис. 9). Триггер устанавливается в состояние логической единицы в момент совпадения сигналов x_1, x_2 на элементе D1.1. В исходное состояние триггер возвращается импульсом, сформированным по срезу входного отрицательного импульса x_3. С прямого выхода триггера снимается положительный импульс требуемой длительности.

D-триггер. Характерная особенность D-триггера — наличие у него лишь одного информационного входа. Сигнал на выходе триггера в текущем такте повторяет значение сигнала на входе D в предыдущем и сохраняет его до следующего такта. Другими словами, D-триггер задерживает на один такт информацию на входе D.

Условное обозначение комбинированного D-триггера типа К136ТМ2 приведено на рис. 10. Триггер данного типа помимо информационного входа D имеет динамический тактовый вход C (вход синхронизации). Входы $\bar{S}$ и $\bar{R}$ — входы асинхронной установки D-триггера в единичное и нулевое состояние. Управление по входам $\bar{S}$ и $\bar{R}$ ничем не отличается от аналогичного управления в асинхронном RS-триггере. В телевизионных игровых приставках D-триггер используется исключительно в счетном режиме. Счетный режим достигается в результате соединения D-входа с инверсным выходом триггера. При этом каждый импульс на входе синхронизации будет вызывать изменение состояния триггера, поскольку сигнал на входе D будет всегда противоположен сигналу на единичном выходе. Схема включения D-триггера в счетный режим и временная диаграмма его работы приведены на рис. 11. Счетный

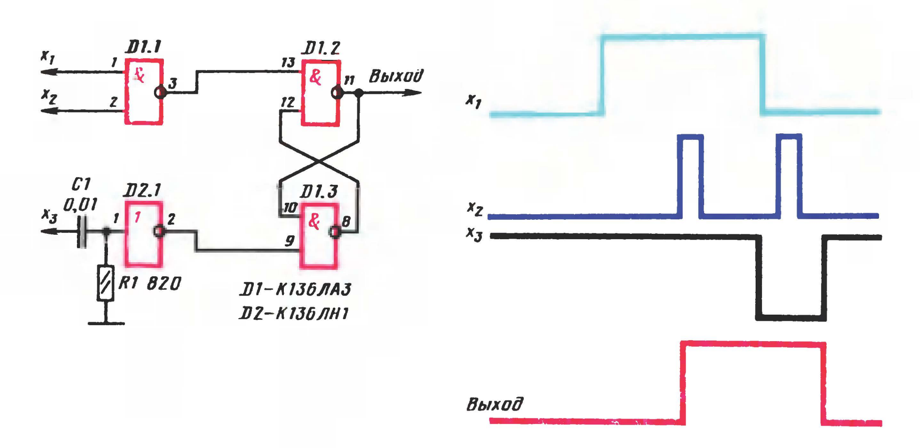


Рис. 9. Принципиальная схема RS-триггера, часто применяемого в телевизионных играх, и временная диаграмма его работы

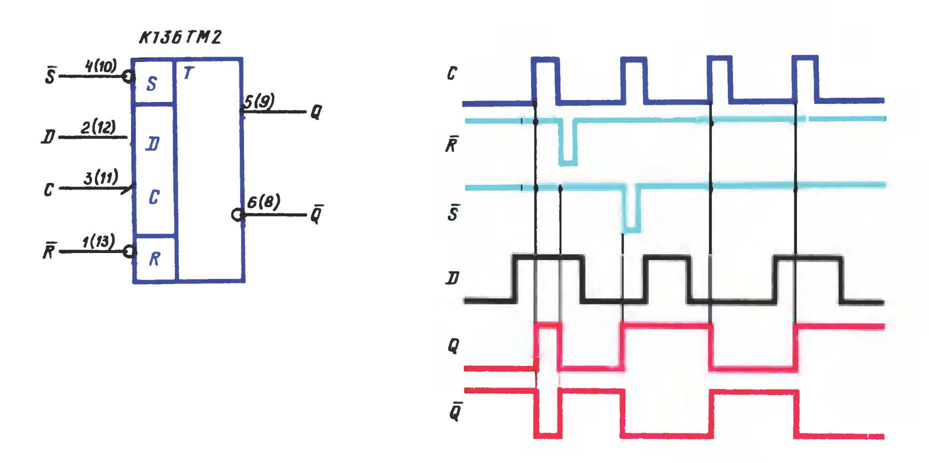


Рис. 10. Условное изображение комбинированного D-триггера и временная диаграмма его работы

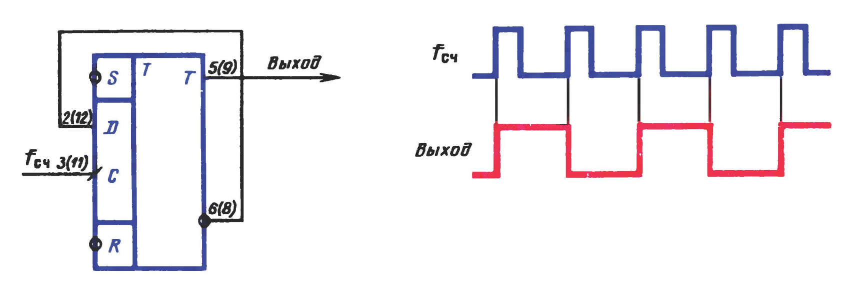


Рис. 11. Схема соединения D-триггера для работы в счетном режиме и его временная диаграмма

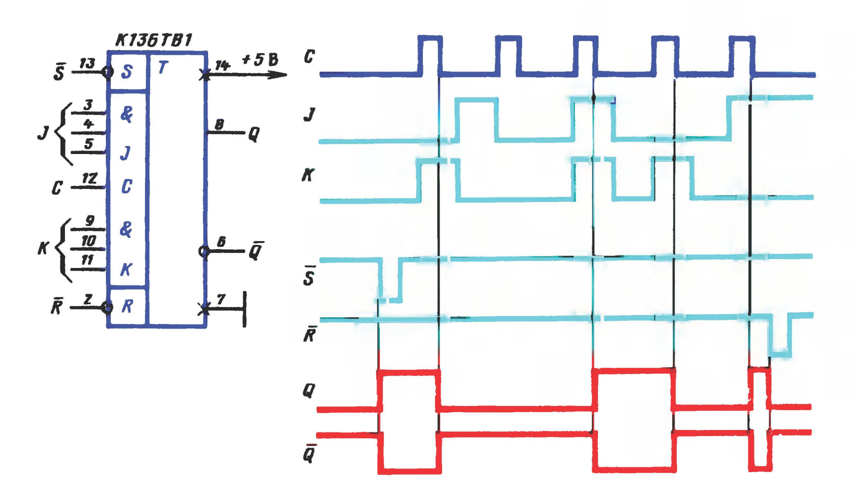


Рис. 12. Условное изображение и временная диаграмма работы комбинированного JK-триггера

триггер является счетчиком с коэффициентом пересчета 2 или, что то же самое, делителем частоты на 2.

JK-триггер. JK-триггер является универсальным. Условное обозначение комбинированного JK-триггера на микросхеме типа К136ТВ1 приведено на рис. 12. Входы $\bar{S}$ и $\bar{R}$ – асинхронные установочные, подобные установочным входам в D-триггере (см. рис. 10). При наличии сигнала на входе синхронизации (вход C) входы J, объединенные по схеме И, играют роль входа S, а входы K, также объединенные по схеме И, – роль входа R. Запись по входам J и K производится по срезу импульса синхронизации. При наличии единичных сигналов на входах J и K сигнал на входе синхронизации инвертирует выходное состояние JK-триггера. Так, если на выходе JK-триггера было состояние логического нуля, то после действия сигнала синхронизации на данном выходе установится логическая единица и наоборот.

Счетчики

Двоичный четырехразрядный счетчик (рис. 13). Счетчик импульсов (делитель частоты) – это устройство, предназначенное для счета числа импульсов, поступающих на его вход. Счетчик, выполненный на микросхеме К133ИЕ5, состоит из отдельного триггера со счетным входом и трех последовательно соединенных таких же триггеров, образующих счетчик с коэффициентом пересчета 8. Если соединить выводы 12 и 1, то можно получить счетчик с коэффициентом пересчета 16, работающий в коде 1–2–4–8. Триггеры счетчика устанавливаются в состояние нуль при подаче положительных сигналов на входы R_0 счетчика (выводы 2,3). Полярность входных счетных импульсов, подаваемых на входы C1 и C2, положительная. Триггеры счетчика переключаются по срезу входных счетных импульсов.

Двоично-десятичный четырехразрядный счетчик (рис. 14). Счетчик выполнен на микросхеме К133ИЕ2 и состоит из отдельного счетного триггера и трех последовательно соединенных таких же триггеров с обратными связями, образующих счетчик с коэффициентом пересчета 5. При объединении выводов 12 и 1 счетчик обеспечивает коэффициент пересчета 10. Счетчик устанавливается в состояние логического нуля при подаче на входы R_0 (выводы 2,3) напряжения высокого уровня (логической единицы). Установка счетчика в состояние 1001 в телевизионных играх

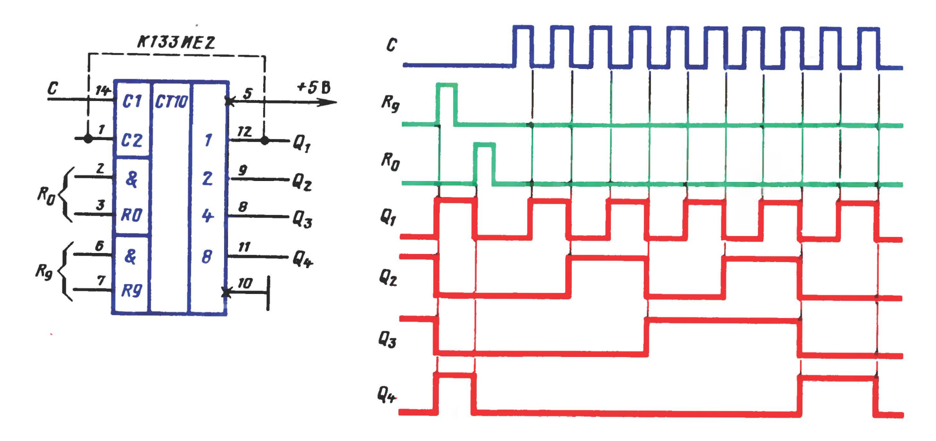


Рис. 13. Условное изображение двоичного четырехразрядного счетчика и временная диаграмма его работы

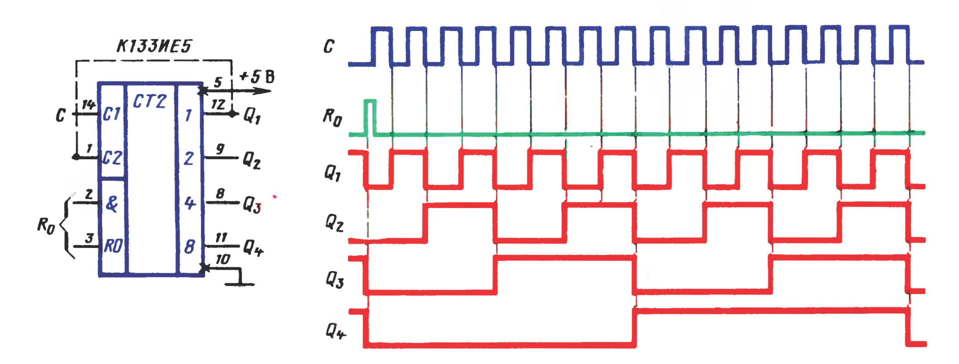


Рис. 14. Условное изображение двоично-десятичного счетчика и временная диаграмма его работы

не используется. Полярность входных счетных импульсов на входах С1 и С2 положительная. Счетчик работает в коде 1—2—4—8.

Четырехразрядный двоичный реверсивный счетчик (рис. 15). Счетчик выполнен на микросхеме К133ИЕ7. Он работает в коде 1—2—4—8 с коэффициентом деления 16. В отличие от рассмотренных ранее счетчиков, данная микросхема имеет большее число входов и выходов. Вход R_0 служит для установки счетчика в исходное (нулевое) состояние. На вход С при этом должно быть подано напряжение высокого уровня. Установка счетчика в состояние логического нуля производится при подаче положительного сигнала на вход R_0. В остальное время работы на входе R_0 должно быть напряжение низкого уровня. Предварительная запись в счетчик любого числа от 0 до 15 по входам D1, D2, D4, D8 (D8 — старший разряд) возможна при подаче на вход С отрицательного импульса.

Режим предварительной записи используется в игровой приставке "Скачки" для установки изображений лошадей на линию старта. Прямой счет происходит при подаче отрицательных импульсов на вход +1. На входах —1 и С при этом должны быть единичные сигналы. Триггеры счетчика переключаются по срезам входных импульсов. Одновременно с каждым 16-м импульсом на выходе ≥15 формируется

Рис. 15. Условное изображение и временная диаграмма работы двоичного реверсивного счетчика

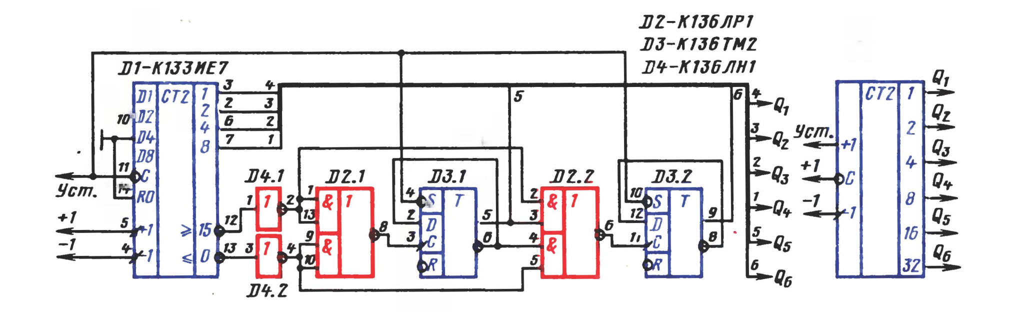


Рис. 16. Принципиальная схема и условие изображения шестиразрядного реверсивного счетчика

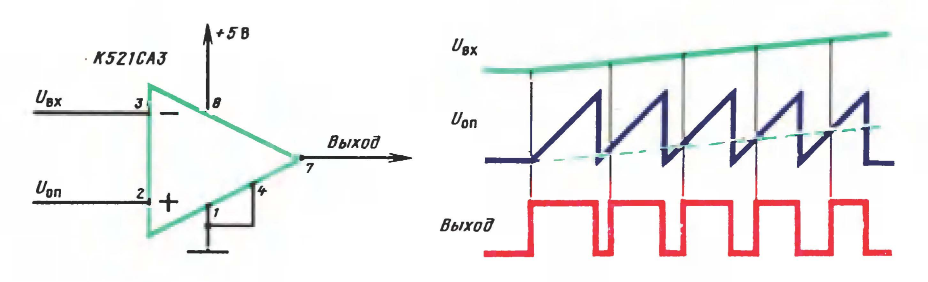


Рис. 17. Условное изображение и временная диаграмма работы компаратора

отрицательный импульс, который может подаваться на вход +1 следующего счетчика. При обратном счете входные импульсы подают на вход −1 (при единичных уровнях на входах +1, С), а выходные импульсы снимают с выхода ≤0.

В телевизионной приставке "Скачки" используются шестиразрядные реверсивные счетчики (рис. 16). Функционирование шестиразрядного счетчика ничем не отличается от рассмотренного ранее счетчика на микросхеме К133ИЕ7.

Компараторы

Помимо цифровых микросхем в игровой приставке "Хоккей" применены компараторы, выполненные на микросхеме К521СА3 (рис. 17). Напряжение питания компаратора +5 В соответствует напряжению питания цифровых микросхем, а его выходные напряжения соответствуют стандартным логическим уровням (нуль и единица) рассмотренных микросхем. Компаратор имеет два входа (инвертирующий и неинвертирующий) и один выход. Инвертирующий вход обозначен знаком —, а неинвертирующий — знаком +. Напряжение на выходе компаратора принимает значение логического нуля или единицы в зависимости от того, превышает ли входное напряжение (в данном случае на входе —) опорное (на входе +). Подробнее работа компараторов рассмотрена в [9, 10].

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УЗЛЫ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ИГР

Генераторы сигналов

На рис. 18 показана схема *задающего генератора тактовой частоты* 1 МГц, используемого в синхрогенераторе игровых приставок. Выбором сопротивлений резисторов R1, R2 определяется требуемое положение рабочей точки логических элементов D1.1, D1.2. Положительная обратная связь достигается при подключении кварцевого резонатора B1 между входом первого и выходом второго инверторов. Импульсная последовательность частотой следования 1 МГц с выхода инвертора D1.2 подается на буферный элемент D1.3 и далее на каскады деления частоты.

Конденсатор C1 отфильтровывает высокочастотные колебания на фронтах и срезах импульсов, обусловленные высшими гармониками. При использовании элементов, отличных от приведенных в схеме, необходимо подобрать сопротивления резисторов R1, R2 для получения устойчивой генерации задающего генератора.

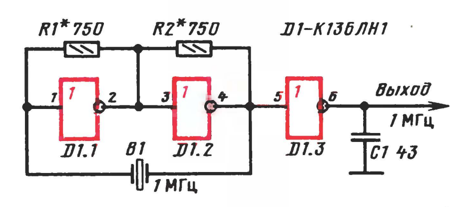


Рис. 18. Принципиальная схема задающего генератора тактовой частоты

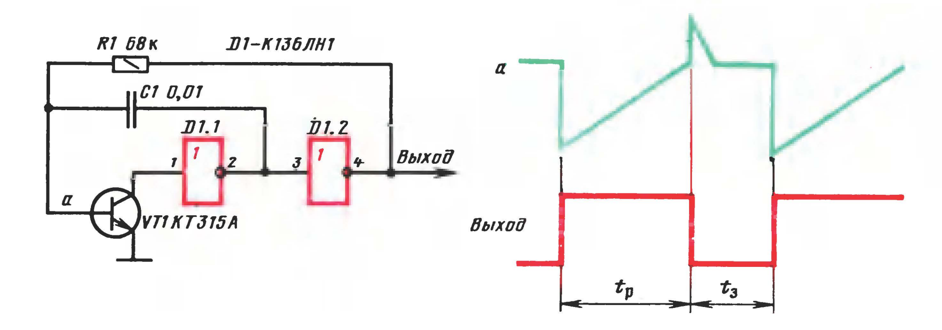


Рис. 19. Принципиальная схема и диаграмма напряжений генератора звуковой частоты

На рис. 19 приведена схема *генератора звуковой частоты,* использованного в телевизионной игре "Скачки". Основное достоинство генератора — малое (не более 1,5%) изменение частоты генерации при изменении напряжения питания на +10%. На рис. 19 приведена также диаграмма напряжений в его характерных точках (в точке а и на выходе генератора). Процесс генерации удобно рассмотреть, начиная с момента зарядки конденсатора С1. При этом транзистор VT1 открыт и напряжение на его коллекторе близко к нулю, на выходе инвертора D1.1 — напряжение высокого уровня, а на выходе инвертора D1.2 — напряжение низкого уровня. Конденсатор С1 заряжается выходным током инвертора D1.1 через параллельно соединенные транзистор VT1 и резистор R1. По мере зарядки конденсатора С1 напряжение на нем экспоненциально возрастает, а ток через него по такому же закону уменьшается. При достижении определенного базового тока транзистор VT1 выходит из насыщения, и как только напряжение на его коллекторе станет равным пороговому напряжению элемента D1.1, элемент переключится и на выходе инвертора D1.2 установится напряжение высокого уровня.

При прохождении фронта импульса через конденсатор С1 на базе транзистора VT1 образуется отрицательный перепад напряжения, который и закрывает транзистор. Разрядка конденсатора С1 в основном происходит через резистор R1 за счет выходного тока инвертора D1.2. Как только напряжение на базе транзистора VT1 (точка а) станет достаточным для открывания, транзистор откроется. Состояние элементов D1.1 и D1.2 изменится, и вновь начнется зарядка конденсатора С1. В дальнейшем цикл повторяется.

Время зарядки и время разрядки, определяющие период и длительность импульсов, подсчитывают по приближенным формулам:

$$t_з \approx 3{,}5 \cdot 10^{-3}\ C1,\quad t_р \approx 6 \cdot 10^{-7}\ R1C1,$$

где t, мкс; С, пФ; R, Ом.

На рис. 20 показана схема *генератора радиочастоты,* настроенного на четвертый телевизионный канал. Генератор может быть применен в случае подключения игровой приставки непосредственно через антенное гнездо телевизора. Селектор каналов при этом также должен быть настроен на четвертый канал. Генератор частоты собран на транзисторе VT1. Частоту генерации устанавливают с помощью латунного сердечника катушки L2. Модулирующий сигнал канала изображения подается через конденсатор С4 и резистор R4 в цепь эмиттера транзистора VT1, управляя его эмиттерным током.

В генераторе: дроссель L1 — стандартный; катушка L2 выполнена на каркасе диаметром 8 мм и содержит пять витков посеребренного провода без изоляции

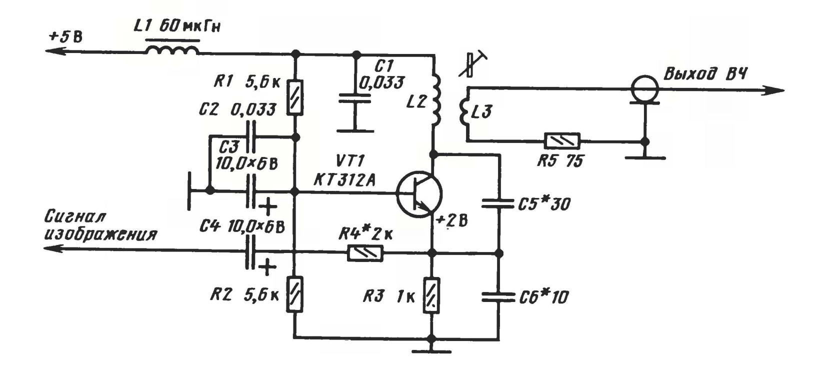


Рис. 20. Принципиальная схема генератора радиочастоты

диаметром 0,6 мм с шагом намотки 1,5 мм; катушка связи L3 намотана поверх катушки L2 и имеет два витка провода ПЭЛШО-0,15.

При налаживании генератора необходимо подобрать сопротивление резистора R4 и емкости конденсаторов C5, C6.

Расширители импульсов

На рис. 21 показана схема *формирователя относительно длинных импульсов* (одновибратора) и его временная диаграмма работы. Одновибратор выполнен на двух элементах И–НЕ. Его особенность — большое сопротивление резистора R3, выбираемое из условия

$$R \gg U_{пор} I_{вх}^{пор},$$

где $U_{пор}$ — пороговое напряжение логического элемента (около 1,8 В), а $I_{вх}^{пор} <$ $< 1{,}6$ мА.

В исходном состоянии на выходе элемента D1.1 напряжение низкого уровня, а на выходе элемента D1.2 напряжение высокого уровня. По срезу входного положительного импульса дифференцирующая цепь C1, R1, R2 формирует короткий отрицательный импульс, который переключает элемент D1.1. Отрицательный перепад напряжения на выходе элемента D1.2 передается через конденсатор C2 на второй вход D1.1 и поддерживает на выходе этого элемента напряжение высокого уровня. Перезарядка конденсатора C2 происходит через параллельно включенные элемент D1.1 и резистор R3. В определенный момент времени элемент D1.1 открывается, а элемент D1.2 закрывается, после чего наступает стадия восстановления одновибратора.

Недостаток этого одновибратора — значительная зависимость длительности импульсов на выходе от температуры и напряжения питания. Длительность формируемых импульсов почти линейно уменьшается на 0,8% при росте температуры на 1°С и на 5% при изменении напряжения питания на 10%. Одновибратор применяется в неответственных узлах игровых приставок.

Высокую стабильность выходных импульсов и широкий диапазон изменения длительности обеспечивает *одновибратор с транзисторным ключом,* схема которого приведена на рис. 22. При изменении напряжения питания на +10% изменение длительности импульсов не превышает 1,5 и 0,5% при росте температуры на 10°С.

В исходном состоянии конденсатор C1 заряжен, транзистор VT1 открыт, инвертор D1 закрыт. Во время действия входного положительного импульса инвертор D1 открывается, и на выходе формируется напряжение низкого уровня. Отрица-

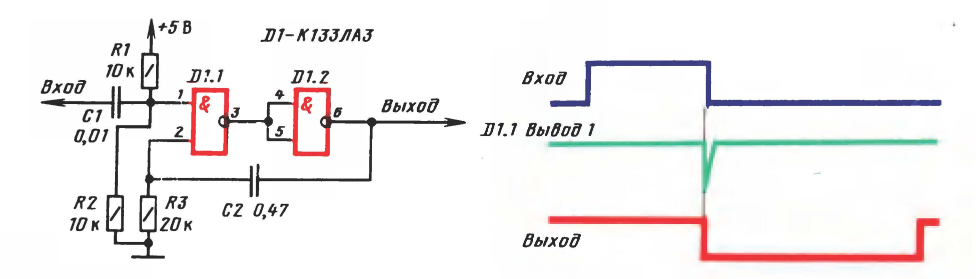


Рис. 21. Принципиальная схема и временная диаграмма работы простого одновибратора

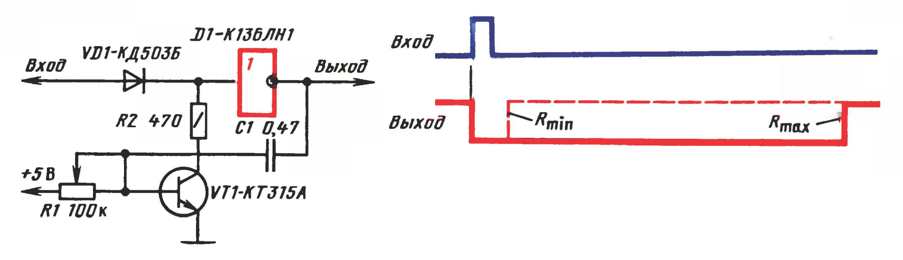


Рис. 22. Принципиальная схема и временная диаграмма работы стабильного одновибратора

тельный перепад напряжения с выхода D1 передается через конденсатор C1 на базу транзистора VT1 и закрывает его. Перезарядка конденсатора C1 происходит через резистор R1 и выходное сопротивление инвертора D1. В течение этого времени на выходе D1 поддерживается напряжение низкого уровня. Длительность выходного импульса определяется по формуле

$$t_и \approx 0{,}6\, R_1 C_1,$$

где R_1, кОм; C_1, мкФ; $t_и$, мс.

Как только напряжение на базе станет равным напряжению открывания транзистора VT1, он открывается и на выходе элемента D1 устанавливается напряжение высокого уровня. На этом процесс формирования импульса заканчивается. Изменяя сопротивление резистора R1, можно варьировать длительность выходного импульса, что и используется, в частности, при формировании изображения игроков в игре "Хоккей". (Штриховой линией обозначен выходной импульс при минимальном сопротивлении резистора R1.)

Формирователи коротких импульсов

Для формирования коротких импульсов в играх применяются два метода: дифференцирование входных импульсов и формирование импульсов с помощью логических схем. На рис. 23 приведена схема *формирователя короткого импульса* по фронту и срезу входного сигнала обеих полярностей. Возможности изменения длительности выходного сигнала в таких устройствах ограничены. Наибольшее применение такие формирователи находят в устройствах запуска последовательностных устройств.

Логические формирователи коротких импульсов позволяют изменять длительность выходного сигнала. На рис. 24 представлена схема *формирователя на эле-*

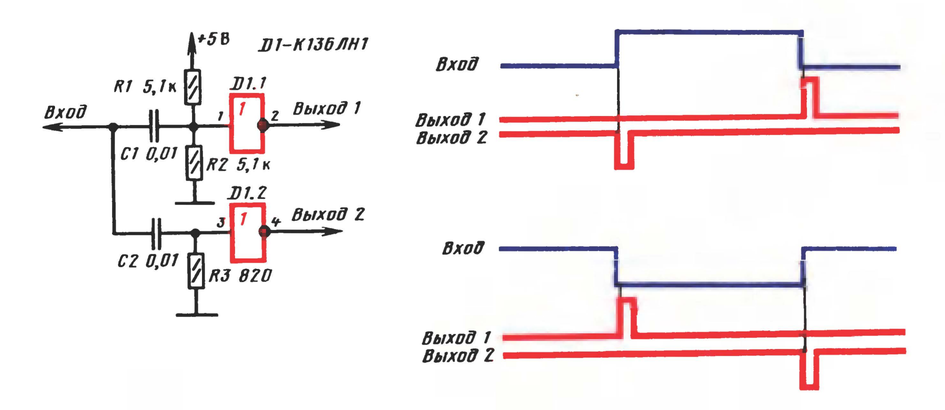


Рис. 23. Формирование коротких импульсов с помощью дифференцирующих цепей и временные диаграммы при положительном и отрицательном входных сигналах

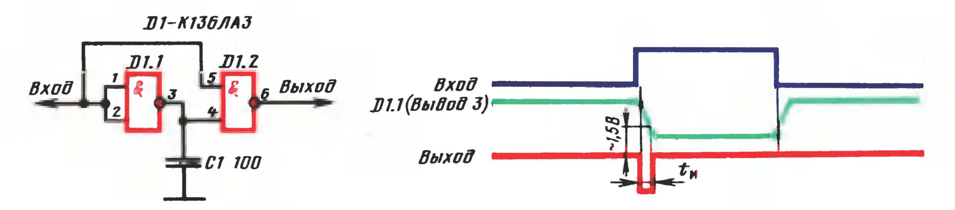


Рис. 24. Принципиальная схема формирователя коротких импульсов на элементах И—НЕ и временная диаграмма его работы

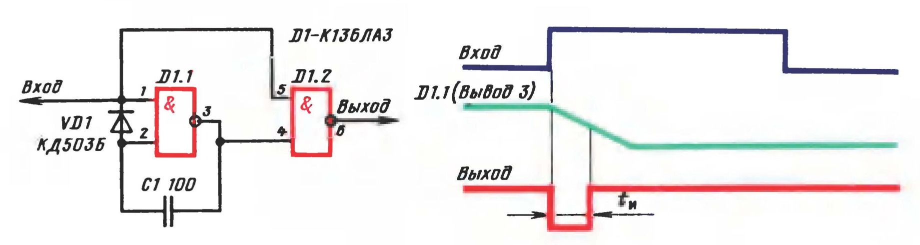


Рис. 25. Принципиальная схема универсального формирователя коротких импульсов и временная диаграмма его работы

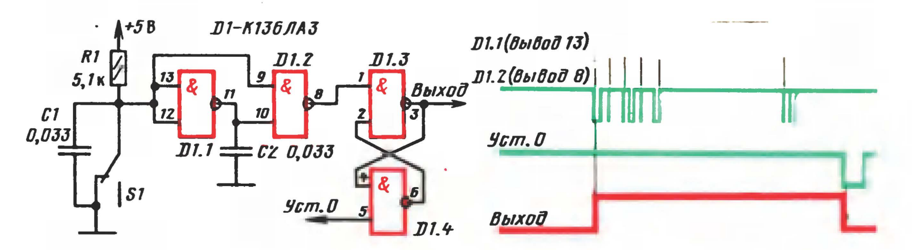


Рис. 26. Принципиальная схема формирователя импульсов с запуском от кнопочного переключателя и временная диаграмма его работы

ментах И–НЕ. В исходном состоянии в отсутствие входного сигнала на выходах элементов D1.1 и D1.2 поддерживается напряжение высокого уровня. В момент появления положительного перепада напряжения переключается элемент D1.2, а элемент D1.1 переключается с задержкой, обусловленной разрядкой конденсатора C1. По мере разрядки конденсатора C1 напряжение на входе элемента D1.2 (вывод 4) становится меньше порогового, и на выходе D1.2 вновь устанавливается напряжение высокого уровня. Длительность сформированного импульса можно увеличивать, увеличивая время разрядки конденсатора C1. Формирователь вырабатывает импульсы длительностью от 20 нс до десятых долей миллисекунды. Длительность импульса можно рассчитать по формуле

$$t_И \approx 0{,}1C_1,$$

где $t_И$, нс; C1, пФ.

На рис. 25 показаны схема *универсального формирователя коротких импульсов* и его временная диаграмма. Длительность выходных импульсов может составлять от 90 нс до нескольких миллисекунд. Особенностью устройства является включение диода VD1 и конденсатора C1. В отсутствие сигнала элементы D1.1 и D1.2 закрыты, конденсатор C1 заряжен, диод VD1 открыт. В момент прихода положительного перепада на выходе элемента D1.2 устанавливается напряжение низкого уровня, а на выходе D1.1 держится напряжение высокого уровня, обусловленное разрядкой конденсатора C1 через входное сопротивление элемента D1.1, так как диод VD1 в это время закрыт входным сигналом. Конденсатор C1 разряжается в этом случае гораздо медленнее, чем в схеме на рис. 24. В дальнейшем элемент D1.2 опять переключается. На выходе формируется короткий отрицательный импульс, длительность которого определяется по формуле

$$t_И \approx 10\,C_1,$$

где $t_И$, нс; C1, пФ.

В телевизионных играх управление часто осуществляется с помощью кнопочных переключателей. При срабатывании механических контактов таких переключателей происходит дребезг контактов, т.е. многократный переход в течение короткого времени из замкнутого состояния в разомкнутое. Это приводит к формированию пачки импульсов вместо требуемого одиночного импульса, что в большинстве случаев недопустимо. Для исключения этого неприятного явления используют *формирователи одиночных импульсов с запуском от кнопочного переключателя*. Такой формирователь может быть выполнен по схеме, приведенной на рис. 26.

На элементах D1.1, D1.2 выполнен "укоротитель" импульсов, на элементах D1.3, D1.4 – асинхронный RS-триггер. При нажатии переключателя S1 его контакты размыкаются, на входе элемента D1.1 устанавливается напряжение высокого уровня, а "укоротитель" формирует серию коротких импульсов, первый из которых устанавливает RS-триггер в единичное состояние. Дальнейшее удерживание переключателя в разомкнутом состоянии не изменяет состояние триггера. Конденсатор C1 в этот промежуток времени устраняет возможные импульсные помехи по входу элемента D1.1. При отпускании переключателя S1 также проходит серия импульсов, но RS-триггер продолжает находиться в состоянии логической единицы. В исходное состояние он возвращается импульсом "Уст. 0", который вырабатывается значительно позже момента отпускания переключателя. Если же, наоборот, импульс "Уст. 0" опережает момент отпускания (при длительном удерживании S1 в нажатом состоянии), то триггер успевает вернуться в нулевое состояние и при отпускании переключателя происходит повторный запуск. Временная диаграмма работы устройства при коротком цикле нажатия-отпускания переключателя S1 показана на рис. 26.

Блок питания

Принципиальная схема блока питания, предназначенного для использования в телевизионных игровых приставках, приведена на рис. 27. Блок питания состоит из трансформатора Т1, двух выпрямителей на диодах VD1 – VD4 и VD5 – VD8, стабилизатора отрицательного напряжения –5,6 В на транзисторе VT1 и стабилизатора положительного напряжения +5 В на транзисторах VT2, VT3. Источник питания микросхем игровых приставок обеспечивает напряжение 5 В при токе 600 мА с уровнем пульсаций не более 10 мВ. Стабилизатор напряжения 5 В защищен от перегрузок и короткого замыкания в нагрузке. Ток срабатывания защиты определяется сопротивлением резистора R2 и равен примерно 1 А. Высокая эффективность стабилизации напряжения 5 В обусловлена применением дополнительного источника –5,6 В для питания стабилитрона VD9. Регулировка блока питания заключается в установке напряжения 5 В на выходе блока при токе 600 мА резистором R4.

В блоке питания использован унифицированный трансформатор Т1 ТС-25. Его можно изготовить самостоятельно, намотав на сердечнике ШЛ16Х32. Обмотка I содержит 1350 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,31, обмотки II и III по 50 витков того же провода диаметром 0,62. В блоке питания применены также конденсаторы С1, С3, С4 типа К50-6, резистор R4 СП5-2.

При использовании блока питания следует учитывать, что ток потребления игровой приставки "Хоккей" составляет около 200 мА, а приставки "Скачки" – 550 мА, поэтому должно быть предусмотрено переключение источника питания при переходе с одной игры на другую.

При применении транзистора VT2 другого типа, возможно, потребуется подбор резистора R3. Транзистор VT2 должен быть установлен на радиаторе с эффективной площадью охлаждения не менее 150 см².

Вывод информации на экран телевизора

Под информацией в данном случае понимается выводящееся на телевизионный растр изображение характерных игровых ситуаций. Кроме того, в игре "Хоккей" для обеих команд на экран выводится знаковая (цифровая) информация о счете голевых моментов.

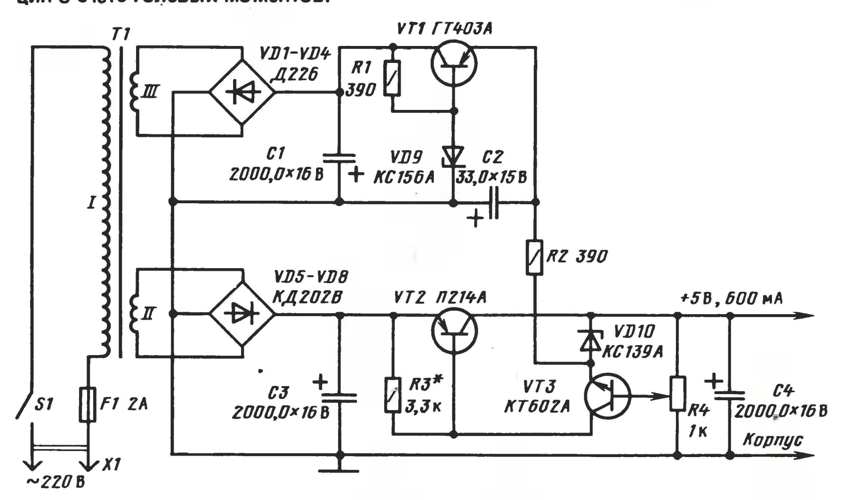


Рис. 27. Принципиальная схема блока питания

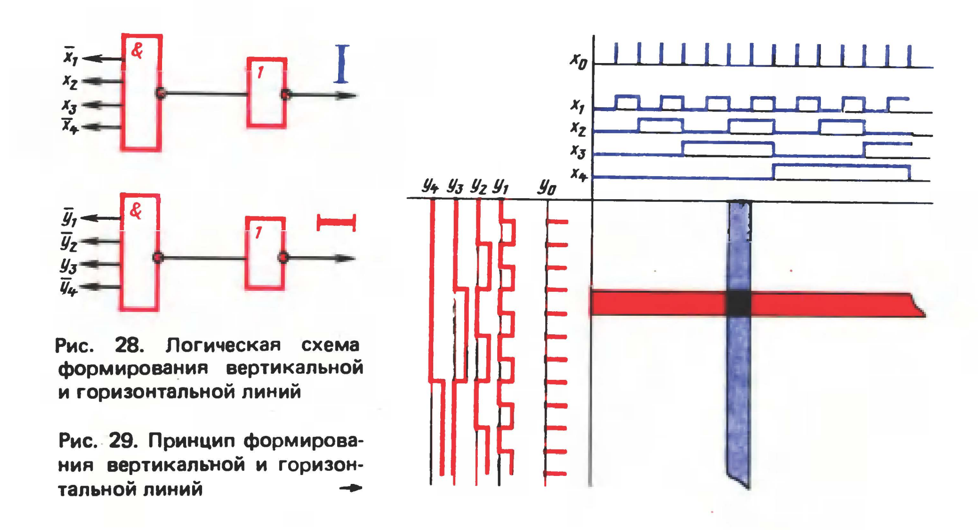


Рис. 28. Логическая схема формирования вертикальной и горизонтальной линий

Рис. 29. Принцип формирования вертикальной и горизонтальной линий →

Изображение формируется так называемым дискретным методом синтеза телевизионных сигналов. Другими словами, растр по горизонтальной X и вертикальной Y осям разбивается на большое число дискретных элементов достаточно малого размера и с помощью полученных площадок компонуются любые сложные изображения. При данном методе синтеза телевизионных сигналов большое значение имеет выбор шага дискретизации по оси, т. е. максимальное число дискретных элементов, которое расположено по длине одной строки. Необходимо использовать такой шаг дискретизации, который бы не ухудшал восприятие сформированного изображения. Требования к четкости горизонтального и вертикального разложения одинаковы, поэтому достаточно иметь шаг дискретизации по горизонтали равным шагу дискретизации по вертикали. При дискретизации растра частота задающего генератора должна быть удобной для деления ее триггерным двоичным делителем на целое число, а полученные элементы изображения (площадки) должны иметь отношение сторон, близкое к единице.

Синтез телевизионных изображений осуществляется с применением наборов (сеток) сигналов X и Y (линейные цифровые развертывающие функции). Такие сетки вырабатывают двоичные счетчики, работающие без перекодировки внутренних состояний.

На рис. 28 поясняется принцип формирования одной вертикальной и одной горизонтальной линии. Как видно из рисунка, двоичный счетчик формирования сетки сигналов по горизонтали производит последовательный счет тактовых импульсов, двоичный счетчик формирования сетки сигналов по вертикали — аналогичный счет строчных синхроимпульсов. Использование построчной (прогрессивной) развертки с числом строк, равным 312, значительно упрощает реализацию синтезирующего устройства, практически без снижения качества изображения.

Таким образом, выбор соответствующего набора сигналов x определяет положение вертикальной линии по горизонтали, а выбор сигналов y — положение горизонтальной линии по вертикали. На рис. 29 приведена логическая схема формирования вертикальной и горизонтальной линий.

Формирование знаков

Любой знак самой сложной конфигурации можно представить как фигуру, состоящую из большого числа одинаковых дискретных элементов. Форма

элементов в общем случае может быть произвольной, однако в телевизионных играх применяют прямоугольные (близкие к квадрату) элементы изображения. Рассмотрим принцип формирования какой-либо фигуры на прямоугольном участке растра, например изображения лошади с наездником (рис. 30). Разобьем весь участок на девять равных частей по горизонтали и на шесть частей по вертикали. Полученный таким образом участок будет состоять из 54 элементов. Для формирования изображения из полученных элементов необходимо иметь девять первичных сигналов по горизонтали $m_0 - m_8$, которые на телевизионном растре проявляются в виде вертикальных полос. Аналогичные сигналы вертикальной дискретизации обозначим через $p_0 - p_5$. На растре они проявляются в виде горизонтальных полос.

На рис. 30 показаны временны́е диаграммы четырехразрядной сетки частот горизонтальной и трехразрядной сетки частот вертикальной дискретизаций. Из рисунка видно, что для формирования любого элемента необходимо произвести логическое умножение импульсов горизонтальной и вертикальной дискретизаций. Выполнить умножение можно с помощью логических элементов И (комплекс И–НЕ, НЕ). Логическое выражение элемента изображения имеет вид "1" $= p_0 m_0$, "2" – $p_0 m_1, \ldots,$ "54" – $p_5 m_8$.

Изображение фигуры (знака) на выбранном участке формируется с помощью логического сложения на элементе ИЛИ (комплекс ИЛИ–НЕ, НЕ). Таким образом, фигура, показанная на рис. 30, может быть сформирована следующим образом: $F = 7 \oplus 14 \oplus 15 \oplus 17 \oplus 18 \oplus 20 \oplus 21 \oplus 22 \oplus 23 \oplus 24 \oplus 25 \oplus 27 \oplus 28 \oplus 31 \oplus 32 \oplus 33 \oplus 34 \oplus 39 \oplus 44 \oplus 47 \oplus 54$ (знак $\oplus$ означает логическое суммирование). Первичные сигналы горизонтальной $m_0 - m_8$ и вертикальной $p_0 - p_5$ дискретизаций получают с помощью счетчиков D1, D3, запускаемых тактовыми импульсами x_0 и y_0, и дешифраторов D2, D4 (рис. 31). Изображение формируется двухкоординатной логической матрицей D5, содержащей элементы И, число

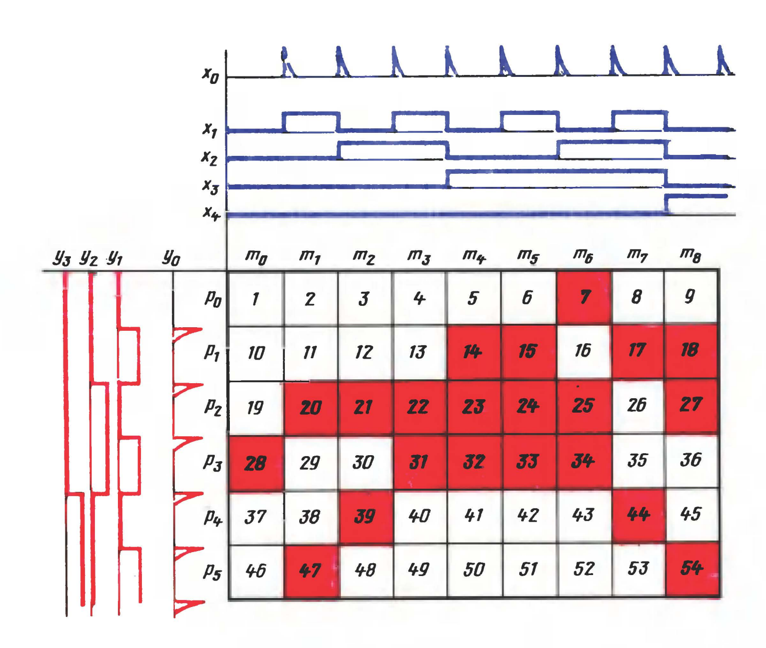


Рис. 30. Принцип формирования изображения лошади с наездником

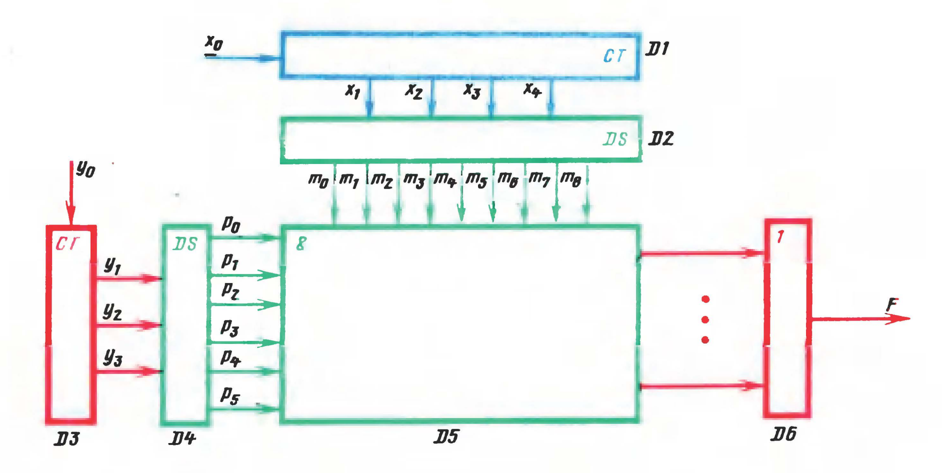


Рис. 31. Структурная схема формирования фигуры на участке телевизионного растра

которых равно числу элементов формируемой фигуры (в нашем случае 21). Полное изображение формируется на элементах ИЛИ (микросхема D6). Структура такой матрицы с элементами ИЛИ приведена на рис. 32. Если импульсы горизонтальной дискретизации периодически повторяются, то матрица будет выдавать повторяющееся изображение лошади с той же периодичностью. Аналогично строятся матрицы и для других знаков.

Следует отметить, что матричный способ формирования телевизионных изображений нельзя считать экономичным, так как формирующая матрица даже для сравнительно несложного изображения получается громоздкой, обладает информационной избыточностью. В данном случае для построения матрицы необходимо использовать 15 микросхем с логикой И—НЕ, ИЛИ—НЕ и НЕ.

Рассмотрим возможности сокращения избыточности. Во-первых, можно объединить ряд элементов в более крупные элементы изображения. Это ряды элементов изображения с 20 по 25 и с 31 по 34 (см. рис. 30). Дальнейшее упрощение матрицы возможно из-за особенностей вывода информации на телевизионный растр, состоящих в том, что в кинескопе луч движется последовательно слева направо и сверху вниз. Поэтому, чтобы получить изображение фигуры в выбранном участке растра, не обязательно формировать сигналы $p_0 - p_5$ вертикальной дискретизации. Достаточно в матрице сформировать сигналы отдельных строк фигуры, а развертку по вертикали произвести на последней стадии с помощью двоичного кода, снимаемого со счетчика вертикальной дискретизации. Дешифратор D4 (см. рис. 31) в этом случае не нужен, и матрица приобретает вид, показанный на рис. 33. Дешифратор D2, показанный на рис. 31, должен выдавать не прямой, а инверсный набор сигналов $m_0 - m_8$.

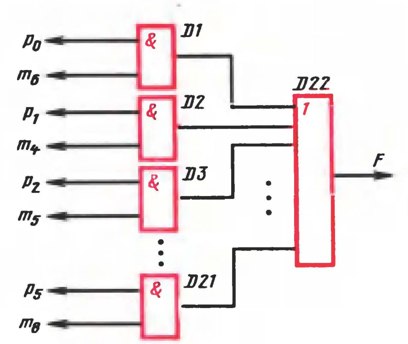


Рис. 32. Функциональная схема логической матрицы знакогенератора

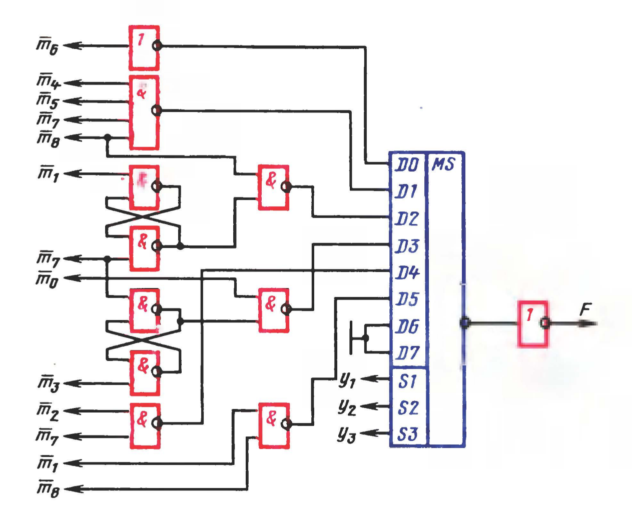


Рис. 33. Принципиальная схема синтезированной логической матрицы

Итак, при оптимальном проектировании устройств вывода изображений на телевизионный растр технические затраты можно уменьшить в 3 раза (сократить число микросхем до четырех).

Вывод яркостной и цветовой информации

При выводе информации на экран телевизора необходимо учитывать возможность сопряжения игровых приставок с цветными и черно-белыми телевизионными приемниками. При подключении приставок к антенному входу, что может быть обеспечено за счет ввода в приставку дополнительного генератора радиочастоты, настроенного на выбранный (пустой) канал, качество изображения ухудшается. Это вызвано тем, что сигнал при прохождении по радиотракту телевизора искажается из-за ограниченной ширины полосы пропускания тракта, что выражается в виде слегка размытого изображения с нерезким переходом от белого к черному. Значительно улучшить качество изображения можно, если сигнал изображения подавать непосредственно на вход видеоусилителя телевизора, что наиболее приемлемо при подключении приставки к черно-белому телевизору, хотя и требует некоторых переделок в телевизоре. Как правило, в большинстве черно-белых телевизоров отсутствует гнездо "Вход сигналов изображения" ("Вход видео"). Поэтому ввести гнездо надо самим, одновременно подключив к этому

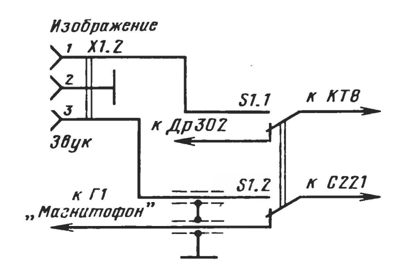


Рис. 34. Схема доработки телевизоров УНТ-47/59-1 для подключения телевизионной игровой приставки

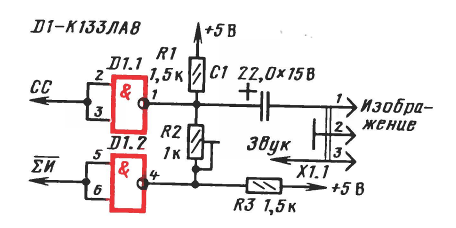


Рис. 35. Схема формирования сигнала изображения

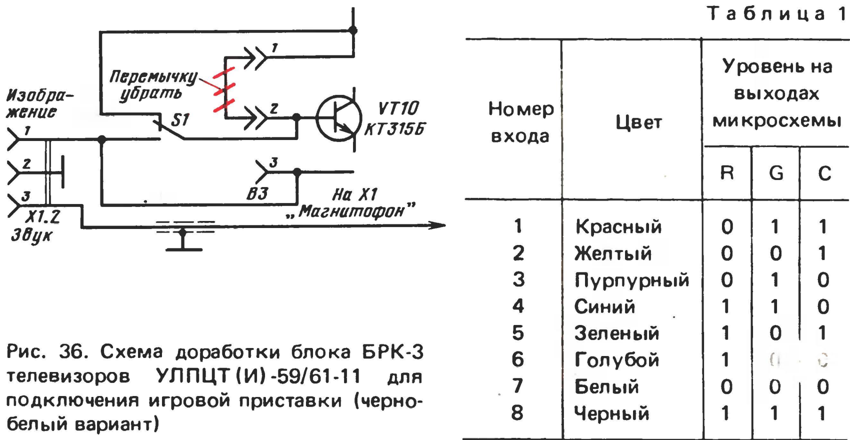


Рис. 36. Схема доработки блока БРК-3 телевизоров УЛПЦТ (И)-59/61-11 для подключения игровой приставки (черно-белый вариант)

Таблица 1

Номер входа	Цвет	Уровень на выходах микросхемы		
		R	G	C
1	Красный	0	1	1
2	Желтый	0	0	1
3	Пурпурный	0	1	0
4	Синий	1	1	0
5	Зеленый	1	0	1
6	Голубой	1	0	0
7	Белый	0	0	0
8	Черный	1	1	1

гнезду и вход усилителя звуковой частоты телевизора. Схема подключения к телевизорам серии УНТ-47/59-1 и аналогичным им показана на рис. 34.

В ряде приставок [1, 4] применяется также подключение к катоду, а не к управляющей сетки лампы усилителя сигналов изображения, как показано на рис. 34. Для подключения приставки к телевизору ее выходной каскад должен быть выполнен по схеме, приведенной на рис. 35. На вход элемента D1.1 подается синхросмесь, состоящая из кадровых и строчных синхроимпульсов, а на вход элемента D1.2 — сигнал изображения, который включает в себя элементы игры (разметку поля, счет и т.д.). Сигнал изображения подается в инверсной форме. На выходе элемента D1.1 сигнал изображения замешивается в синхросмесь. С выхода "Сигнал изображения" сигнал с помощью кабеля подводится к телевизору. Резистором R2 подбирают соотношение напряжений между сигналами таким образом, чтобы сигнал изображения не превышал 75% уровня импульсов синхросмеси. Тумблер S1, установленный в телевизоре, обеспечивает переход от просмотра телевизионных передач к режиму "Игра".

При сопряжении приставок с цветными телевизорами возникают дополнительные трудности. Дело в том, что цветное изображение получается при смешении трех основных цветов: красного R, зеленого G и синего B. Отсутствие всех трех цветов воспринимается как черный цвет, а комбинации трех цветов дают дополнительные цвета в соответствии с табл. 1. Различные комбинации яркости основных цветов позволяют получить любые цветовые оттенки.

Для получения черно-белого изображения игры цветные телевизоры серии УЛПЦТ (И)-59/61-11 необходимо доработать в соответствии со схемой, изображенной на рис. 36. Телевизоры более ранних выпусков, имеющие блоки радиоканала типа БРК-1, БРК-2, дорабатывают по этой же схеме. Транзистор КТ315Б в этом случае имеет позиционное обозначение VT9. Звуковой сигнал подается непосредственно на гнездо "Магнитофон" телевизора. Громкость звучания телевизионных передач снижается незначительно. Тумблер S1 обеспечивает переход от просмотра телепрограмм к игре. Сопряжение с приставкой выполнено по схеме, приведенной на рис. 35.

Для получения цветного изображения игры в сигнал изображения необходимо ввести дополнительно сигналы опознавания цвета (в синхросмесь), а также частотно-модулированные сигналы цветности (в сигнал изображения). Это значительно усложняет устройство формирования цвета в приставке. Более просто из полного сигнала изображения игры выделить сигналы его составляющих (счет, дорожки,

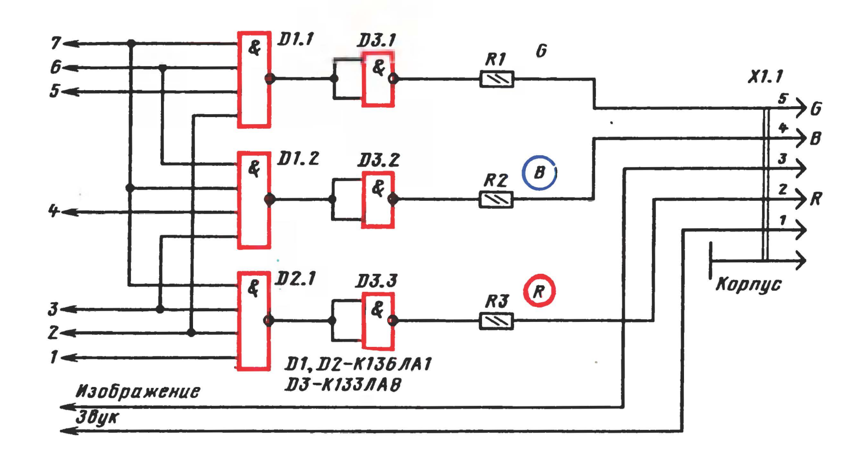


Рис. 37. Функциональная схема устройства формирования цветовых сигналов

Рис. 38. Схема доработки телевизоров УПИЦТ-61-2 для подключения телевизионных игр с цветным изображением

игроки и т. д.), а затем, сформировав их определенным образом, подать на входы усилителей красного, зеленого и синего сигналов изображения. Синхросмесь в этом случае выделять не надо, что обеспечивает возможность сопряжения игровой приставки и с черно-белыми телевизорами. Синхросмесь для цветных телевизоров подается непосредственно на вход сигналов изображения или на контактные площадки входа сигнала изображения (расположенные на плате радиоканала внутри телевизора). Функциональная схема устройства формирования цветовых сигналов показана на рис. 37. На входы шифратора, выполненного на элементах D1.1 – D1.2, в инверсной форме подводятся отдельные составляющие сигнала изображения игры. С выходов ключевых элементов D3.1 – D3.3 через согласующие резисторы R1 – R3 сигналы, соответствующие красному, зеленому и синему цветам, выводятся на выходное гнездо X1.1. Сюда же подается также сигнал изображения (с синхросмесью) и звуковой сигнал.

Схема соответствующей доработки телевизоров УПИМЦТ-61-2 с торговыми индексами Ц-201, Ц-202, Ц-208 приведена на рис. 38. Гнездовую часть X1 размещают на месте, предназначенном для дистанционного управления громкостью, а переключатель S1 — на месте гнезда "Сигнал изображения". В первом положении переключателя S1 (в котором он показан на схеме) ведется прием телевизионных передач, во-втором — на экране формируется черно-белое изображение игры, а в третьем — цветное. Во втором положении регуляторами телевизора можно изменять яркость и контрастность изображения. При цветном изображении игр регуляторы не действуют, а яркость зависит от сопротивления резисторов R1 – R3. Уменьшая их сопротивление, можно увеличить яркость изображения, правда, при ухудшении фокусировки. Резисторы R1 – R3 обеспечивают номинальный режим работы микросхем, установленных в модуле AS8.

Использовать для цветных телеигр телевизоры УЛПЦТ(И)-59/61 не рекомендуется из-за узкой полосы пропускания их видеоусилителей.

Синхрогенератор

Синхрогенератор является основным времязадающим звеном игровых приставок. Он предназначен для обеспечения синхронной работы всех узлов телевизионной игры, а также для сопряжения приставки с телевизором. Типовая схема синхрогенератора содержит задающий генератор, делители частоты и формирующие логические устройства.

Частота задающего (тактового) генератора (в мегагерцах) определяется требуемым числом элементов разложения по горизонтали и составляет $F_{такт}=q/H$ ($H=64$ мкс — длительность строки, q — число элементов разложения на одной строке). В телевизионных играх допускается использовать упрощенное выражение: $F_{такт}=F_{стр}\cdot 2^n$ ($n=1,2,3$ и т. д.), $F_{стр}=15625$ Гц. Исходя из этих соотношений получаем наиболее приемлемую сетку частот, соответствующих различному числу элементов разложения по строке: $F_{такт}=1$ МГц при $q=64$, $F_{такт}=2$ МГц при $q=128$. В обоих случаях обеспечивается изображение с достаточно высокой разрешающей способностью. Учитывая особенности описанных игр, выбрана тактовая частота, равная 1 МГц.

Синхросмесь может состоять только из строчных и кадровых синхронизирующих импульсов, а уравнивающие и гасящие импульсы можно исключить, что не повлечет за собой ухудшение работы развертывающих устройств в телевизоре. Как известно, растр при чересстрочной развертке содержит нечетное число строк — 625. Для телевизионных игр вполне достаточно, если синхрогенератор позволяет получать построчную развертку с числом строк, равным 312. Высокая стабильность тактовой частоты должна обеспечиваться применением кварцевой стабилизации. Синхрогенератор должен также давать развертывающие функции горизонтальной и вертикальной дискретизаций растра.

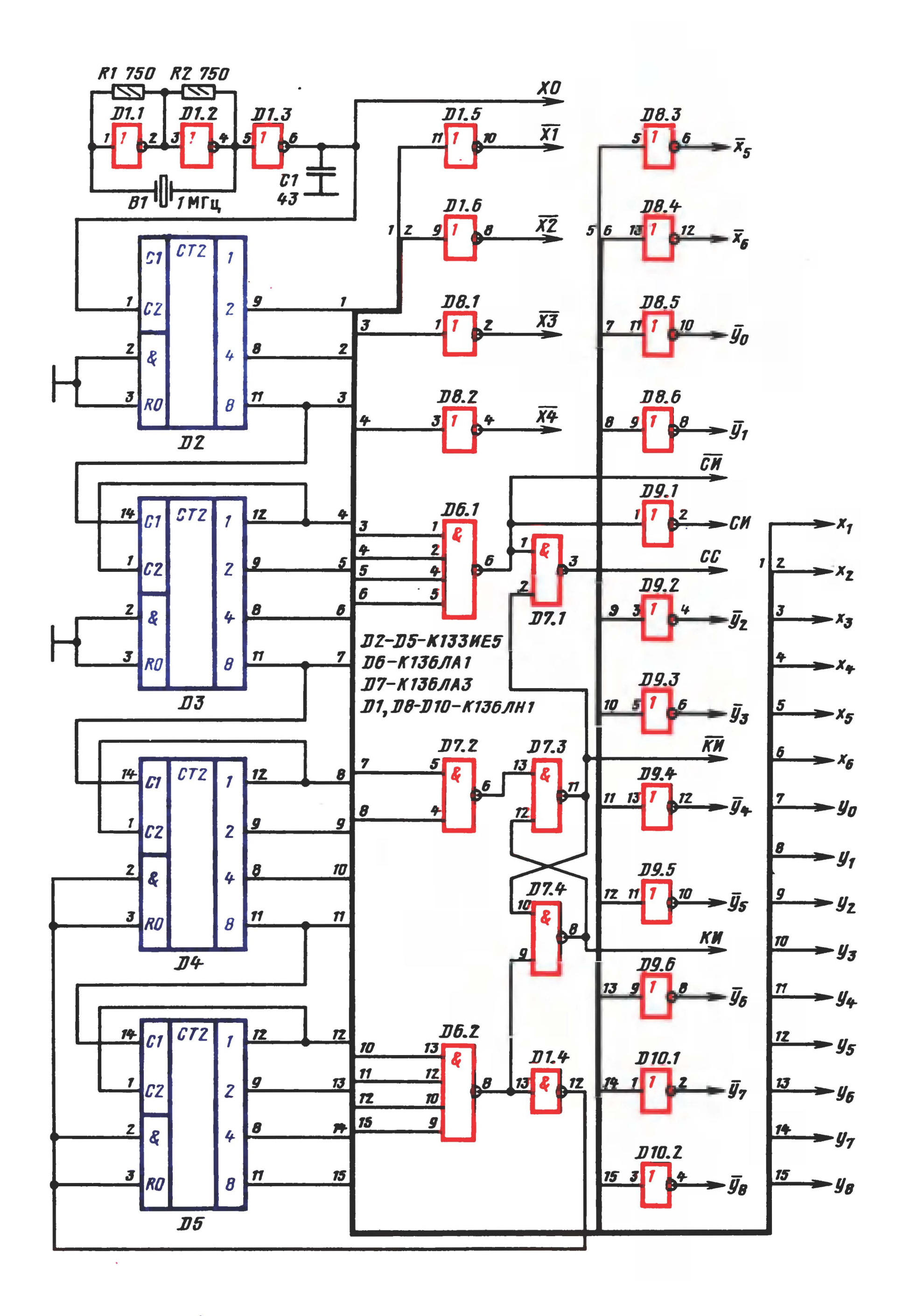


Рис. 39. Принципиальная схема синхрогенератора

Схема синхрогенератора, отвечающая перечисленным требованиям, приведена на рис. 39. Генератор тактовой частоты 1 МГц выполнен на элементах D1.1, D1.2. С выхода буферного элемента D1.3 сформированные импульсы поступают на счетчик D2, который делит тактовую частоту на восемь. С выхода счетчика D2 импульсы с частотой следования 125 кГц подаются на вход счетчика D3, делящего частоту на 16. На элементе D6.1 формируются строчные синхроимпульсы с частотой 15625 Гц отрицательной полярности длительностью 4 и периодом повторения 64 мкс. С выхода счетчика D3 импульсы с частотой следования $F_{стр}/2$ поступают на счетчики D4, D5, соединенные последовательно, с общим коэффициентом деления, равным 156. Коэффициент деления задается с помощью элемента D6.2. Положительный импульс сброса с выхода инвертора D1.4 подается на входы R0 счетчиков D4, D5, приводя их к нулевому состоянию. Одновременно сигнал с выхода элементов D6.2 поступает на один из входов RS-триггера на элементах D7.3, D7.4, устанавливая его в исходное состояние. Запуск RS-триггера производится импульсом, сформированным на элементе D7.2. На прямом выходе триггера вырабатываются кадровые синхроимпульсы отрицательной полярности длительностью 192 мкс и периодом следования 20 мс. На элементе D7.1 кадровые и строчные синхроимпульсы смешиваются.

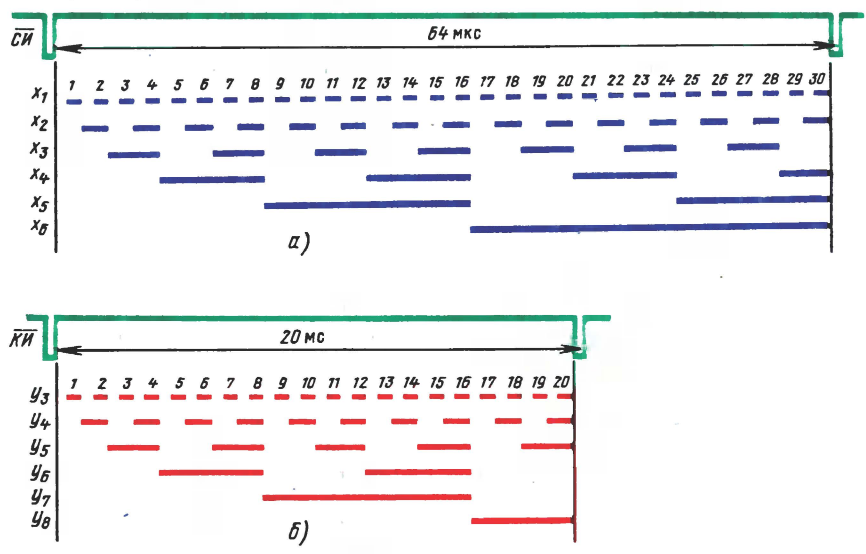


Рис. 40. Цифровая развертывающая функция с горизонтальной (*а*) и вертикальной (*б*) дискретизациями

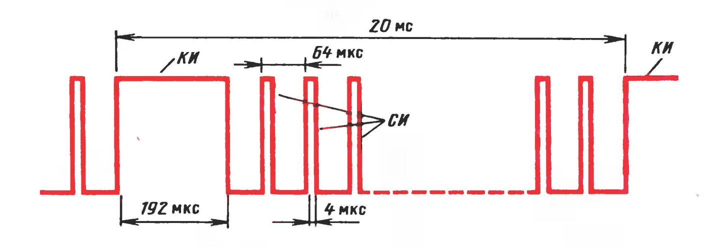


Рис. 41. Синхросмеси. Структура и основные временные соотношения

Элементы D1.5, D1.6, D10.1, D10.2 и микросхемы D8, D9 формируют инверсные сетки частот вертикальной и горизонтальной дискретизаций растра. Положительные сигналы развертывающей функции горизонтальной дискретизации растра снимаются непосредственно с выходов сетчиков D2, D3. Эти сигналы показаны на рис. 40,*а*. Прямые сигналы развертывающей функции вертикальной дискретизации снимаются с выходов счетчиков D4, D5 (рис. 40,*б*). Следует отметить, что на выходе синхрогенератора присутствуют все переменные по x и y, но на рис. 40 показаны наборы только таких частот x и y, которые непосредственно принимают участие в формировании сигналов изображения двух игр. На рис. 41 приведены структура и временные соотношения синхросмеси, сформированной на выходе элемента D7.1 (КИ, СИ — соответственно кадровые и строчные импульсы).

При правильном монтаже и исправных микросхемах синхрогенератор налаживания не требует.

ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ИГРОВАЯ ПРИСТАВКА "ХОККЕЙ"

Алгоритм работы и структурная схема

Телевизионная приставка "Хоккей" позволяет воспроизвести на экране любого телевизора игровую ситуацию, аналогичную хоккею с шайбой для двух команд.

На экране формируется игровая площадка с разметкой и воротами. Каждая команда на площадке имеет двух игроков: защитника, расположеннного перед своими воротами, и нападающего — в зоне соперника. Игроки представлены в виде отметок, передвигающихся синхронно по вертикали, шайба — в виде квадратной отметки малого размера, перемещающейся по полю в любом направлении. Скорость движения шайбы по горизонтали и вертикали можно устанавливать независимо. Траектория движения шайбы в целом носит случайный характер из-за особенностей столкновения шайбы с игроками. Игроками управляют с выносных пультов. В приставке предусмотрен режим электронного управления игроками правой команды. Программа управления рассчитана на игру с соперником разной степени подготовленности. Тактика игры "электронной" команды может изменяться в процессе "исследования" соперника.

Подсчет очков для обеих команд ведется до 19 и отображается на экране. На усилитель звуковой частоты телевизора выводятся "щелчки" шайбы при ударе о борта площадки и об игроков. Игровая приставка рассчитана на подключение к усилителю сигналов изображения черно-белого или аналогичным усилителям цветного телевизора. Узел сопряжения цветовых сигналов рассчитан на телевизоры УПИМЦ-61 с торговыми индексами Ц-201, Ц-202, Ц-208. Приставка потребляет ток не более 200 мА при напряжении питания 5 В.

Упрощенный алгоритм работы приставки "Хоккей" приведен на рис. 42. Автоматические операции (блоки алгоритма), имеющие однозначное решение, обозначены прямоугольниками. Операции, имеющие неоднозначное решение (проверка условий), обозначены ромбом. Операции начала и конца алгоритма обведены овалом. Переходы от одного блока к другому указаны стрелками. На приведенной схеме операция установки исходного положения шайбы и счета, представленная блоком 1, выполняется автоматически при включении приставки, но может выполняться и в процессе игры. Сброс счета в состояние 0 : 0 происходит вместе с установкой шайбы в исходное положение у линии ворот одной из команд. В момент удара защитником по шайбе (блок 2) запускается устройство горизонтального и вертикального смещения шайбы (блок 3).

Операции проверки условий (блоки 4 — 7) реализуются одновременно. Функции операций идентичны, поскольку они проверяют условие столкновения шайбы с тем или иным препятствием: бортами площадки, линиями отскока, игроками.

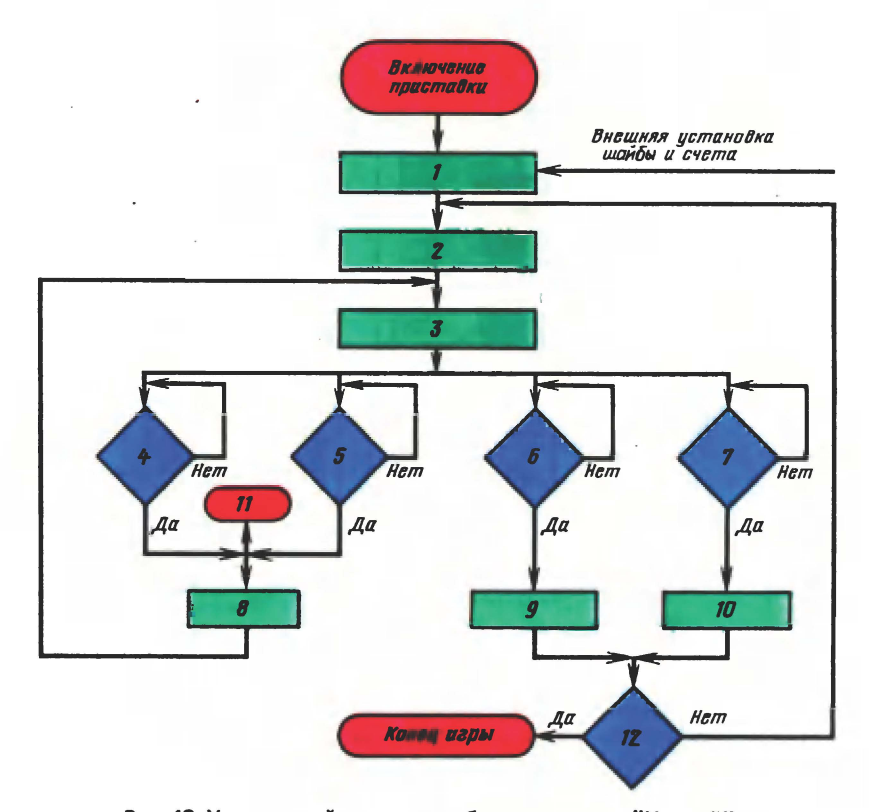


Рис. 42. Упрощенный алгоритм работы приставки "Хоккей"

При отсутствии столкновения динамический режим шайбы не изменяется, столкновение же может изменить его траекторию, оказывая действие на ряд других устройств. Так, столкновение с горизонтальной (вертикальной) линией площадки приводит к изменению направления соответственно вертикальной (горизонтальной) составляющей скорости движения шайбы. Наиболее интересно изменяется режим движения шайбы при столкновении с игроками. При столкновении шайбы с защитниками меняется направление горизонтальной составляющей скорости. При прохождении шайбы через "своего" нападающего в сторону ворот соперника режим движения шайбы по горизонтали не изменяется, а при движении шайбы в сторону "своих" ворот столкновение с нападающим изменяет направление горизонтальной составляющей скорости. Изменение направления вертикальной составляющей скорости движения шайбы зависит от характера соударения с игроками (например, с краем или серединой отметки, быстрый или медленный удар по шайбе и т.д.). В одних случаях направление вертикальной составляющей меняется, в дургих — остается прежним.

При столкновении шайбы с левой линией отскока счет увеличивается на единицу в счетчике результата правой команды (голевая ситуация у левых ворот — блок 9). Аналогичное столкновение с правой линией отскока увеличивает счет на единицу в счетчике левой команды (блок 10). Столкновение шайбы с различными препятствиями сопровождается звуковым эффектом — "Щелчком" (блок 11). Блок 12 осуществляет проверку условия достижения максимального результата

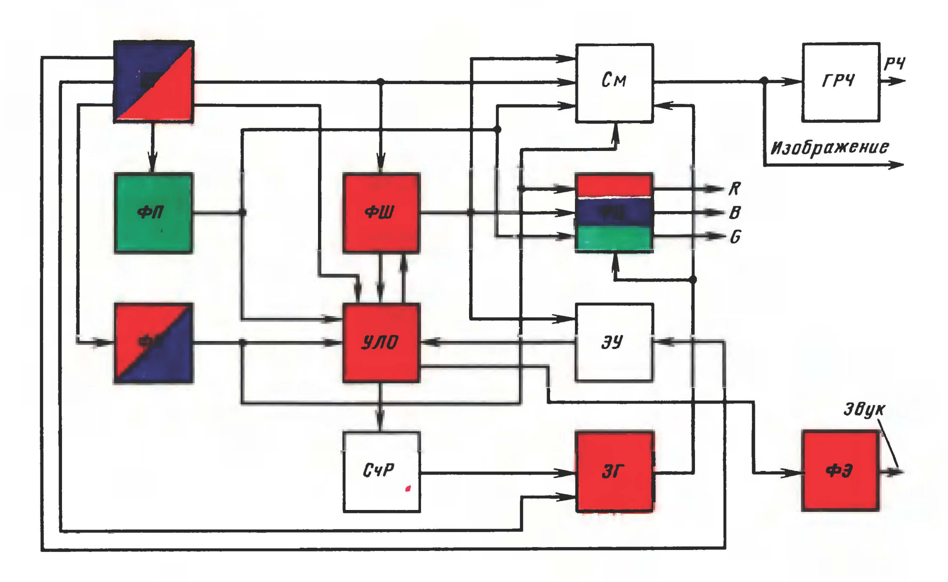


Рис. 43. Структурная схема приставки "Хоккей"

любой из команд. Невыполнение условия приводит к циклическому выполнению предшествующих операций, начиная с блока 2, выполнение — к окончанию игры.

Структурная схема приставки приведена на рис. 43. Синхрогенератор вырабатывает сигналы синхронизации для телевизора и сетки частот горизонтальной и вертикальной дискретизаций растра, необходимые для синтеза статического изображения игры. Сигнал площадки вырабатывается формирователем площадки ФП, а сигнал игроков — формирователем игроков ФИ. Шайба создается формирователем шайбы ФШ. Управляющие сигналы обрабатываются в узле логических операций УЛО. Счетчики результата СчР ведут подсчет очков для левой и правой команд, а знакогенератор ЗГ выводит информацию на экран телевизора. Звуковой эффект создается устройством ФЭ. Сопряжение приставки с цветным телевизором обеспечивает формирователь цветовых сигналов ФЦ. В устройстве См происходит суммирование сигналов изображения игры и смешение их с синхросмесью. Электронное управление игроками правой команды осуществляет узел ЭУ. Для подключения приставки к антенному гнезду телевизора сигнал изображения подается на генератор радиочастоты ГРЧ.

Формирователь площадки

Синхрогенератор вырабатывает сетки частот горизонтальной и вертикальной дискретизаций растра. При расположении оси x вдоль строки растра, а оси y перпендикулярно ей местоположение любой вертикальной линии определяется выбранным набором прямых и инверсных сигналов $x_1 - x_6$, а любой горизонтальной линии — набором прямых и инверсных сигналов $y_3 - y_8$ (см. рис. 38, 39).

Принципиальная схема формирователя площадки приведена на рис. 44. На элементе D1 выделяется средняя прерывистая линия, делящая поле на две примерно равные части. Линия прерывается при подаче на один из входов микросхемы D1 сигнала y_3. Левая вертикальная линия выделяется микросхемой D2, а правая — микросхемой D3. Верхняя горизонтальная линия формируется на элементе D11.1 с участием элементов D4, D8. Здесь же, на элементе D11.2, вырабатывается инверсный сигнал запуска знакового генератора — импульс ЗП. Нижняя

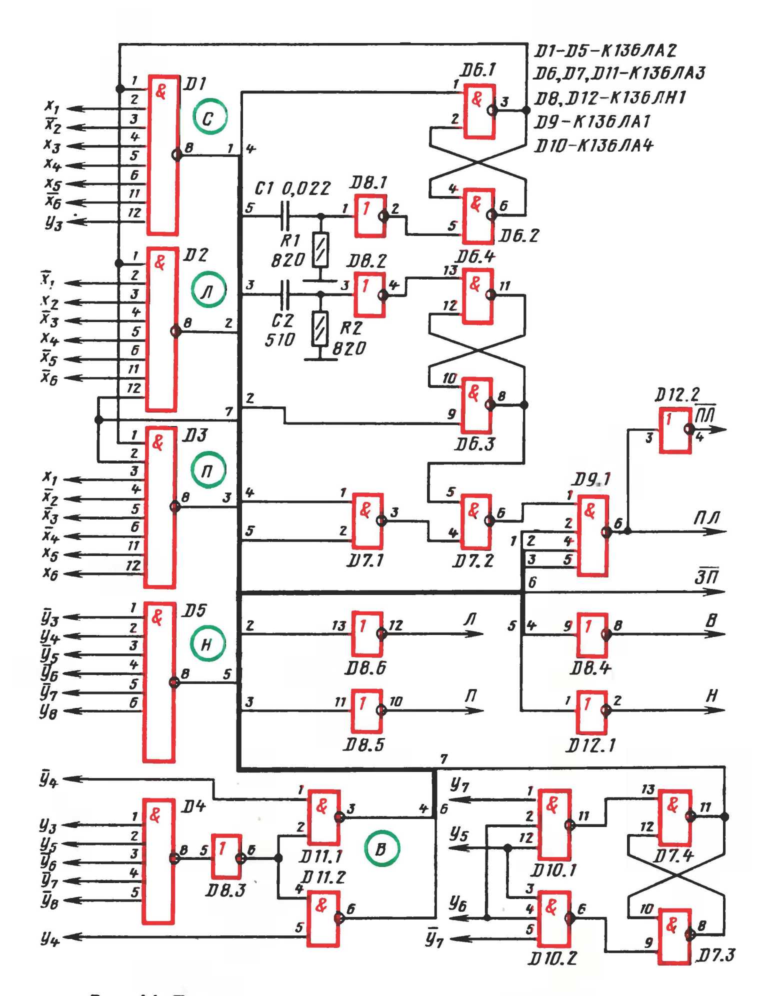


Рис. 44. Принципиальная схема формирователя площадки

горизонтальная линия формируется элементом D5. Ограничение линий слева и справа производит RS-триггер, выполненный на элементах D6.3, D6.4. Триггер запускается сигналом левой вертикальной линии с выхода элемента D2 и устанавливается в исходное состояние по импульсу с выхода элемента D3. На элементе D8.2 вырабатывается короткий отрицательный импульс, который поступает на второй вход RS-триггера. Ограничение вертикальных линий сверху и снизу осуществляет RS-триггер, выполненный на элементах D6.1, D6.2. Триггер запускается сигналом с выхода элемента D11.1. С выхода триггера напряжение высокого уровня поступает на элементы D1 – D3 и разрешает формирование вертикальных линий площадки. Сброс триггера в нуль производится импульсом, сформированным по срезу сигнала с элемента D5.

Ворота формируются RS-триггером на элементах D7.3, D7.4. В исходном состоянии на выходе элемента D7.3 имеется высокий уровень напряжения и микросхемы D2, D3 открыты. Как только на элемент D10.2 поступают необходимые сигналы, он формирует отрицательный импульс, переводящий триггер на элементах D7.3,

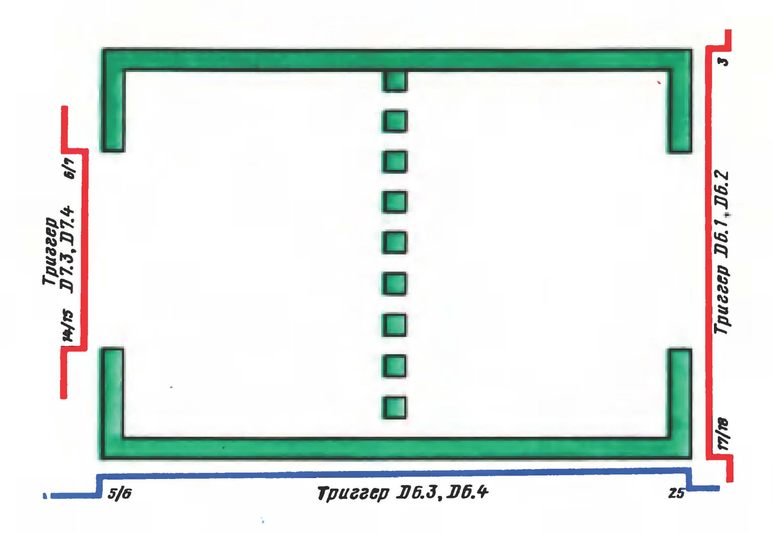


Рис. 45. Конфигурация игровой площадки при игре в "Хоккей"

D7.4 в нуль, блокируя элементы D2, D3. В это время формируются ворота. Возвращается данный триггер в исходное состояние импульсом, сформированным на элементе D9.1.

Окончательное смешение всех линий производится на элементе D9.1. С выхода этого элемента сигнал подается на инвертор D12.2 и далее на устройство суммирования сигналов. Элементы D8.4, D8.5, D8.6, D12.1 выделяют сигналы левой, правой, верхней и нижней линий площадки для узла логических операций.

На рис. 45 показана конфигурация игровой площадки в "Хоккее". По краям площадки приведены сигналы, вырабатываемые соответствующими RS-триггерами для ограничения линий. Цифры по краям указывают положение этих сигналов относительно дискретной сетки частот x и y (в частности, относительно сигналов x_1 и y_3, пронумерованных на рис. 39, 40).

При проверке формирователя площадки с помощью осциллографа следует руководствоваться следующим.

Сигналы любой горизонтальной линии можно просмотреть на экране осциллографа, если использовать в качестве сигнала внешней синхронизации строчные синхроимпульсы (можно сигналы синхросмеси). Сигналы любой вертикальной линии можно просмотреть на экране, если в качестве импульсов внешней синхронизации использовать кадровые синхроимпульсы.

Развертка в обоих случаях должна быть выставлена таким образом, чтобы между импульсами синхронизации на экране был промежуток в десять клеток. При работе от внешней синхронизации изображение на экране осциллографа неподвижно, что удобно при отладке.

Полный сигнал площадки просматривается при внешней синхронизации от кадровых синхроимпульсов. Так как кадровые синхроимпульсы вырабатываются RS-триггером D7.3, D7.4 синхрогенератора (см. рис. 39) и при подключении этого сигнала к гнезду внешней синхронизации осциллографа возможны сбои RS-триггера, то необходимо сигнал кадрового синхроимпульса $\overline{\text{КИ}}$ проинвертировать на буферном элементе (в дальнейшем, после отладки игры, он не используется) и в положительной полярности подать на осциллограф.

Форму площадки и ее местоположение на экране можно изменять, если использовать другие наборы частот x и y.

Формирователь игроков

Принципиальная схема формирователя изображения игроков приведена на рис. 46. Он состоит из формирователей горизонтальной и вертикальной составляющих положения игроков на площадке. Вертикальную составляющую вырабатывают генераторы B1 и B2 соответственно для игроков левой и правой команд. Принципиальные схемы генераторов одинаковы, поэтому рассмотрим процесс формирования, например, вертикальной составляющей для игроков левой команды.

Генератор B1 содержит два одновибратора. Первый одновибратор выполнен на транзисторе A1.1 и элементах D7.2, D7.3. Он запускается кадровыми импульсами, приходящими на инвертор D7.2. Длительность импульса, снимаемого с выхода инвертора D7.3, определяет положение игроков по вертикали. Перемещают игроков, изменяя сопротивление резистора R4, размещенного в выносном пульте П1, соединенном с приставкой кабелем длиной около 4 м. Разъем X1 – унифицированный типа СГ-3. Второй одновибратор на элементах D5.3, D5.4 формирует импульс, от длительности которого зависит размер игроков по вертикали. Запускается одновибратор срезом импульса с выхода первого одновибратора. С инвертора D7.4 положительные импульсы вертикальной составляющей положения подаются на микросхемы D1, D2, которые фиксируют положение игроков по горизонтали. Элемент D1 определяет положение левого защитника, а элемент D2 – левого нападающего.

Аналогично формируются фигуры игроков правой команды. Элемент D3 определяет положение по горизонтали для правого защитника, а элемент D4 – правого нападающего. Перемещают игроков правой команды по вертикали с помощью резистора R6, размещенного в выносном пульте П2. Переключатель S1 показан в положении, когда управление игроками обеих команд ведется с помощью выносных пультов. В другом положении этого переключателя управление игроками правой команды передается электронному устройству. При этом на микросхемы D3, D4 подается сигнал электронного управления ЭУ. На элементе D6.1 суммируются сигналы всех игроков и с выхода D6.1 подаются на другие узлы, в частности, на смеситель сигналов. С элементов D5.1, D5.2 прямые сигналы, соответствующие игрокам левой и правой команд, с выхода формирователя поступают в узел логических операций.

Налаживание формирователя ведется в следующей последовательности: для левой команды сначала подбирают сопротивление резистора R2, чтобы размер игроков составлял 20–22 строки. Затем резистор R4 устанавливают в положение минимального сопротивления и подбирают сопротивление резистора R3 таким, чтобы игроки не выходили за пределы верхней линии площадки (запрещается устанавливать сопротивления R3 и R8 равными нулю, так как это неизбежно ведет к выходу из строя транзисторов в одновибраторах). После выполнения этой операции резистор R4 устанавливают в положение максимального сопротивления и подбирают сопротивление резистора R5 так, чтобы игроки не выходили за пределы нижней горизонтальной линии площадки.

В такой же последовательности ведется настройка игроков правой команды.

Просмотр сигналов с микросхем D1 – D4 возможен на осциллографе от внешней синхронизации импульсами синхросмеси (развертка – десять клеток между строчными синхроимпульсами).

Если при повторении приставки была изменена форма площадки, то это автоматически требует коррекции положения игроков обеих команд по горизонтали.

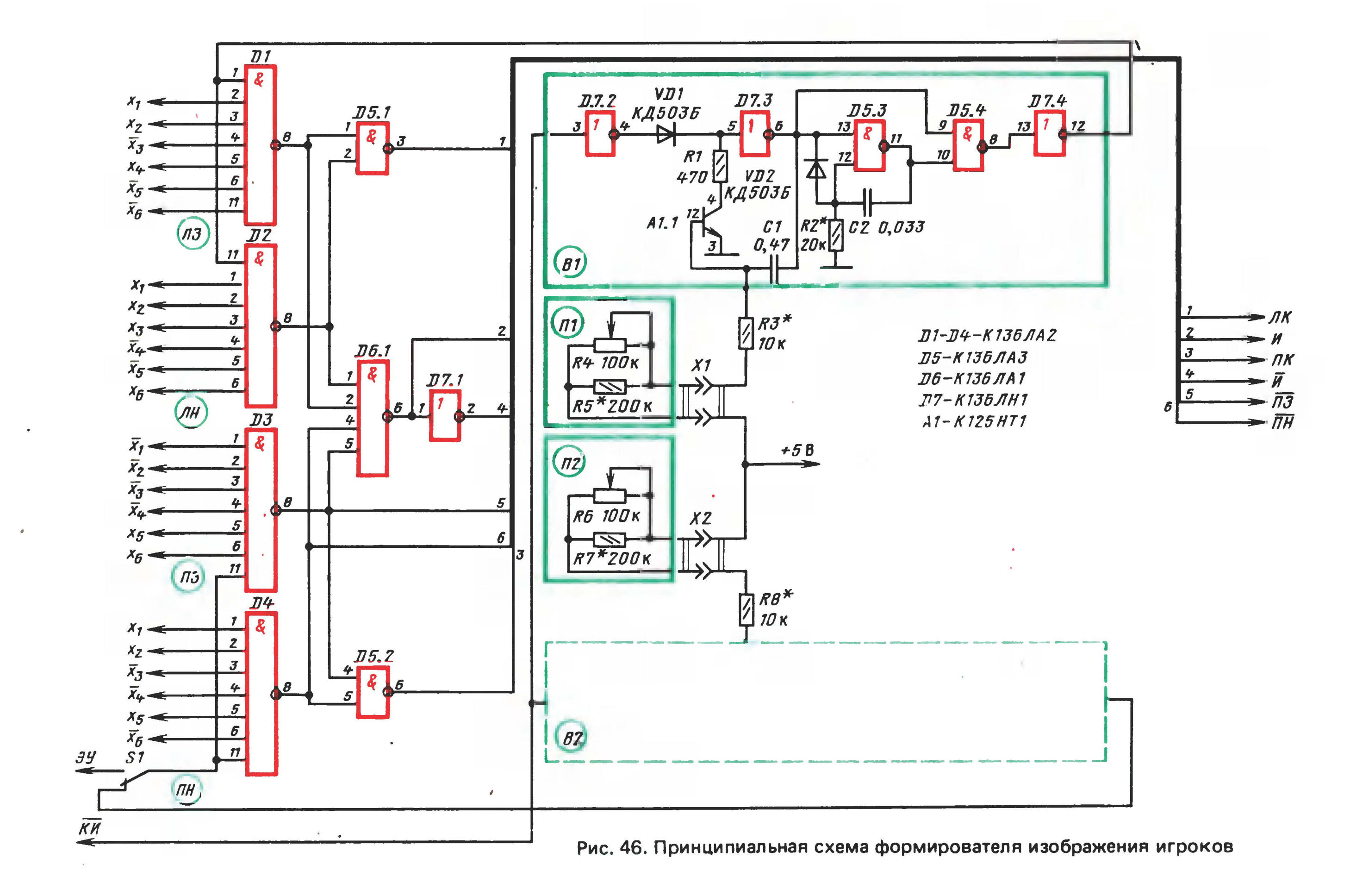


Рис. 46. Принципиальная схема формирователя изображения игроков

Формирователь шайбы

Принципиальная схема формирователя шайбы показана на рис. 47. Шайба сформирована комбинированным (аналого-цифровым) методом на компараторах К521СА3 (К554СА3). Это позволило, с одной стороны, значительно уменьшить число цифровых микросхем в приставке, поскольку цифровой метод формирования шайбы требует по крайней мере двух семиразрядных реверсивных счетчиков с устройством обслуживания, а с другой — очень просто реализовать изменение скорости движения шайбы, ее размеры и, самое главное, электронное управление игроками правой команды.

Работу формирователя удобно рассматривать в пределах одного кадра, т.е. одной развертки по вертикали. При появлении кадрового синхроимпульса на входе элемента D3.2 конденсатор С5 быстро разряжается через открытый элемент D3.2 до уровня ≈0,6 В. По окончании действия кадрового импульса элемент D3.2 закрывается, и начинается зарядка конденсатора С5 от генератора стабильного тока на транзисторе VT2. Напряжение на неинвертирующем входе компаратора А2 линейно возрастает (рис. 47,*а*). На инвертирующий вход компаратора А2 подано изменяющееся во много раз медленнее напряжение из узла логических операций. В момент равенства напряжений на обоих входах компаратора А2 на его выходе формируется положительный перепад напряжения, по которому запускается формирователь коротких импульсов на элементах D2.4, D2.3. С выхода D2.4 снимается импульс отрицательной полярности длительностью примерно 300 мкс, который, пройдя инвертор D1.2, поступает на устройство совпадения D4.1.

Одновременно с компаратором А2, формирующим вертикальную составляющую шайбы, работает компаратор А1, формирующий горизонтальную составляющую. Строчные синхроимпульсы, поступающие на вход элемента D3.1, периодически разряжают конденсатор С2. По окончании действия синхроимпульса конденсатор заряжается от генератора стабильного тока на транзисторе VT1. На неинвертирующем входе компаратора присутствует пилообразное напряжение с частотой следования строчных синхроимпульсов (рис. 47,*б*). Напряжение, поступающее из узла логических операций, также изменяется во много раз медленнее и приложено к инвертирующему входу А1. На выходе компаратора формируются положительные импульсы, запускающие формирователь коротких импульсов на элементах D2.1, D2.2. С выхода элемента D2.2 отрицательные импульсы длительностью 0,8 мкс проходят инвертор D1.1 и поступают на другой вход устройства совпадения D4.1. С выхода элемента D4.1 импульсы шайбы отрицательной полярности проходят на смеситель сигналов и в узел логических операций. Импульсы положительной полярности, формирующиеся на выходе компаратора А2, используются для управления игроками правой команды в случае игры с электронной командой.

При налаживании формирователя шайбы необходимо так подобрать сопротивления резисторов R1 и R2, чтобы пилообразные напряжения на инвертирующих входах компараторов А1 и А2 соответствовали указанным на рис. 47,*а*,*б*. "Полочка" в 0,6 В (рис. 47) и уровень пилообразных сигналов в 2 В предотвращают выход шайбы по длительности за пределы экрана и "налезание" шайбы на синхросмесь и устраняют сбои синхронизации в телевизоре. Длительность импульсов на входах устройства совпадения D4.1 определяется емкостями конденсаторов С3, С6. Конденсаторы С1, С4 должны распаиваться в непосредственной близости от компараторов А1, А2. (Они служат для устранения паразитной генерации по цепям питания микросхем.)

Вместо микросхем К521СА3 (К554СА3) возможно применение любых операционных усилителей с достаточно большим входным сопротивлением [16]. Естественно, напряжения питания должны соответствовать примененному ОУ. При наличии транзисторных сборок можно применить схему, показанную на рис. 48.

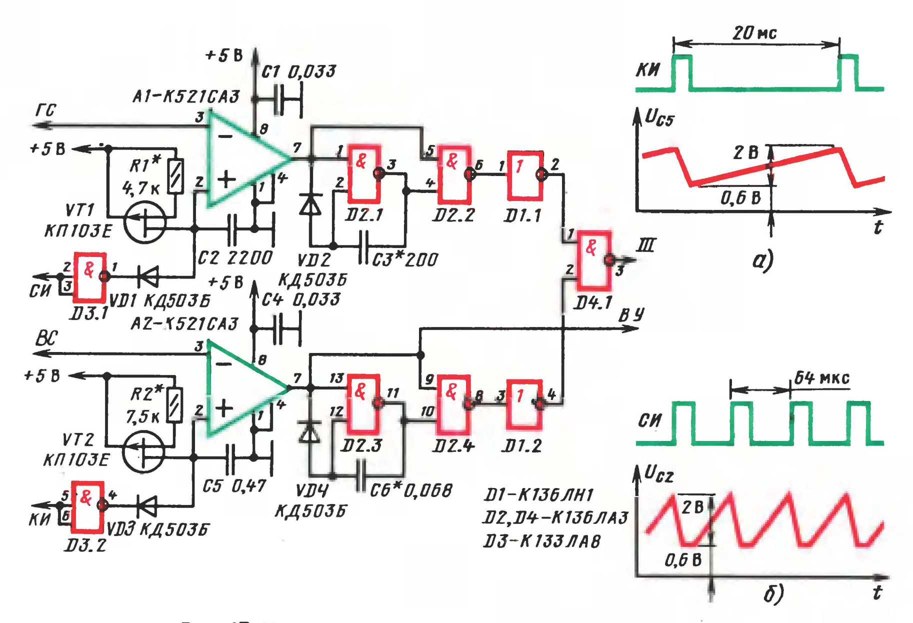


Рис. 47. Принципиальная схема формирователя шайбы

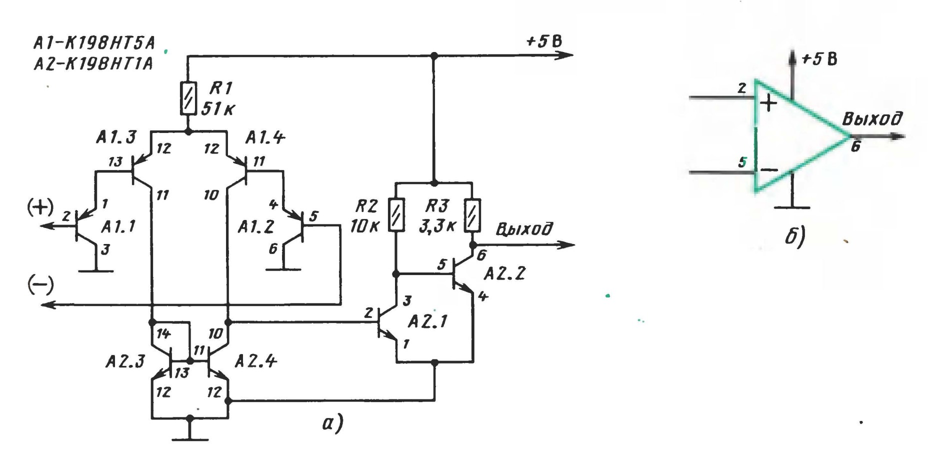


Рис. 48. Использование компаратора на транзисторных матрицах в формирователе шайбы (*а*) и условное обозначение компаратора (*б*)

Она состоит из микросхем А1 (транзисторы p-n-p типа) и А2 (транзисторы n-p-n типа). Показанная схема — компаратор, выполненный на дискретных элементах, питается от напряжения 5 В и обладает входным сопротивлением около 300 кОм. С выхода транзистора А2.2 снимается сигнал, который хорошо согласуется с уровнями ТТЛ-логики. В принципе, вместо транзисторных сборок можно применить транзисторы КТ315 и КТ361. Единственное ограничение: транзисторы А1.1 и А1.2 должны иметь минимальный обратный ток $I_{КБ_0}$. Вместо транзисторов VT1 и VT2 можно использовать транзисторные полевые сборки К504НТ1–К504НТ4 (КР504НТ1–КР504НТ4).

Счетчики результата

Принципиальная схема счетчика результата приведена на рис. 49. Счетчики результата для левой и правой команд одинаковы. Рассмотрим работу счетчика применительно к режиму подсчета голов для левой команды. Счетчик результата левой команды представляет собой четырехразрядный двоичный счетчик на D-триггерах .D1, D2. Устройство управления выполнено на элементах D4.1, D5.1 и микросхеме D3.

При включении игровой приставки в сеть автоматически устанавливается нулевое состояние счетчика, поскольку напряжение на конденсаторе C1 возрастает не скачком, а достаточно медленно и в первый момент времени на входе элементов D3.2 и D3.4 формируется напряжение низкого уровня. Оно передается на выход элемента D5.1 и поступает на входы R D-триггеров, выполненных на элементах D1, D2, приводя их к нулевому состоянию. Одновременно RS-триггер на элементах D3.4, D3.3 устанавливается в нуль, запрещая формирование сигнала Упр. 1Л — управление зажиганием единицы старшего разряда.

Импульсы счета +1Л поступают на вход счетчика из узла логических операций. По мере поступления ипульсов счетчик принимает последовательно состояния от 0000 до 1001. При поступлении десятого импульса счетчик переходит в состояние 1010 и на входе элемента D3.1 устанавливается напряжение высокого уровня (единица). На выходе элемента D3.1 формируется нуль, и RS-триггер на элементах D3.3, D3.4 устанавливается в единицу, разрешая формирование единицы старшего разряда на экране телевизора. Одновременно сигнал с выхода D3.1 подается на входы R счетчика и устанавливает его в нуль. На выходе элемента D3.1 вновь устанавливается единица. На экране отображается число 10. Дальнейший счет ведется до 19. При достижении счетчиком этого числа (двоичный эквивалент 1001, единица старшего разряда не учитывается) срабатывает элемент D4.1 и блокирует триггер D1.1 по входу S. Следующие импульсы счета не могут изменить состояние счетчика. Это является условием окончания игры.

Повторный запуск осуществляется при нажатии кнопки переключателя S1 "Уст.0". В этом случае происходит установка триггеров счетчика в исходное состо-

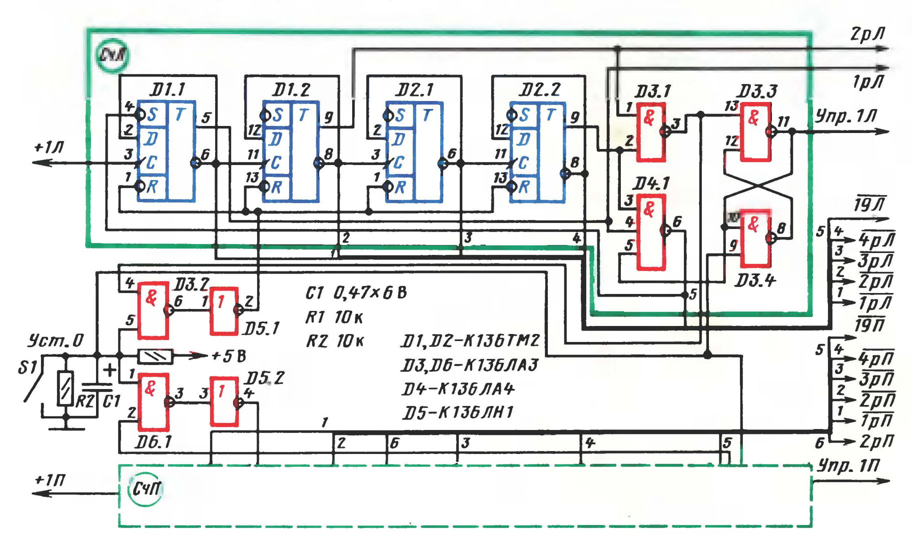


Рис. 49. Принципиальная схема счетчика результата

яние, а на входе S появляется напряжение высокого уровня. Теперь счетные импульсы могут воздействовать на счетчик.

На элементах D6.1 и D5.2 собрана цепь установки в нуль правого счетчика результата. С инверсных выходов всех триггеров сигналы поступают на знакогенератор. Сигналы Упр. 1Л и Упр. 1П подаются на устройство управления матрицей знакогенератора.

При налаживании счетчиков результата сначала проверяется работа D-триггеров без устройств управления. (Вывод 4 триггера D1.1 и вывод 4 элемента D3.2 должны "висеть" в воздухе; аналогично нужно отпаять выводы и у счетчика правой команды.) Для этого нужно подать на вход счетчика импульсы частотой следования 1 кГц и осциллографом проверить правильность деления частоты на выходах всех триггеров. На выходе каждого последующего D-триггера должен просматриваться "меандр" с длительностью импульсов, в 2 раза большей, чем на выходе предыдущего D-триггера. После этого следует запаять все отпаянные выводы микросхем и проверить работу счетчиков в целом. На вход счетчиков нужно подать одиночные импульсы и проконтролировать состояние каждого из D-триггеров осциллографом или тестером.

Знакогенератор

Знакогенератор используется для вывода цифр от 0 до 19 на телевизионный растр. Для формирования цифр применяется стандартная матрица формата 3×5. Данный формат является минимальным для получения разборчивого изображения цифр. Матрица формата 3×5 представлена на рис. 50, а конфигурация цифр от 0 до 9 — на рис. 51. Матрица состоит из 15 элементов. Участие каждого элемента в формировании цифр отображено в табл. 2. Так, элемент 1 матрицы участвует в создании всех цифр, кроме цифры "1", элемент 2 — в создании всех цифр, кроме цифр "1" и "4" и т. д. Прочерк означает, что элемент матрицы участвует в создании всех цифр. Элементы матрицы 5 и 11 не участвуют в создании цифр. Для возбуждения матрицы управляющие сигналы по x и y вырабатываются устройством управления матрицей. Принципиальная схема устройства управления матрицей показана на рис. 52.

1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15

Рис. 50. Стандартная матрица формата 3×5

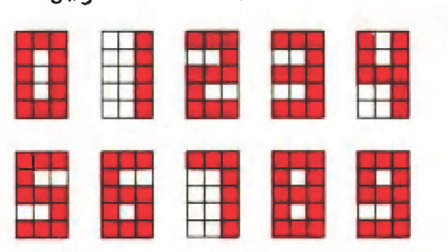


Рис. 51. Конфигурация цифр, формируемых матрицей 3×5

Таблица 2

Номер элемента матрицы	Цифра, в создании которой данный элемент не участвует
1	1
2	1, 4
3	—
4	1, 2, 3, 7
5	0–9
6	5, 6
7	1, 7
8	0, 1, 7
9	—
10	1, 3, 4, 5, 7, 9
11	0–9
12	2
13	1, 4, 7
14	1, 4, 7
15	—

D1, D3 – К136ЛА3
D2 – К136ЛА2
D4, D5 – К136ЛА4
D6 – К136ЛН1

Рис. 52. Принципиальная схема устройства управления матрицей

С приходом импульса запуска матрицы $\overline{3П}$ с формирователя площадки срабатывает триггер на элементах D1.2, D1.3. Напряжение высокого уровня с выхода D1.3 поступает на вход элемента D2. На остальные входы D2 приходит набор прямых и инверсных сигналов x, определяющий начало развертки по горизонтали. На элементах D4.1, D4.2 с приходом сигнала с инвертора D6.1 и сигналов со счетчика результата Упр. 1Л и Упр. 1П при наличии импульсов x_4 и $\bar{x}_4$ разрешается формирование единиц старшего разряда в счете левой и правой команд и отображение их на экране. С приходом импульса $\bar{x}_4$ на вход элемента D3.1 и при наличии напряжения высокого уровня на другом входе на выходе D3.1 появляется отрицательный импульс, запускающий RS-триггер, выполненный на элементах D3.3,

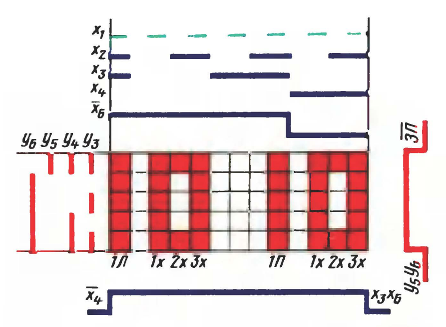


Рис. 53. Формирование сигналов управления матрицей (снизу и с правой стороны импульсы, вырабатываемые триггерами устройства управления)

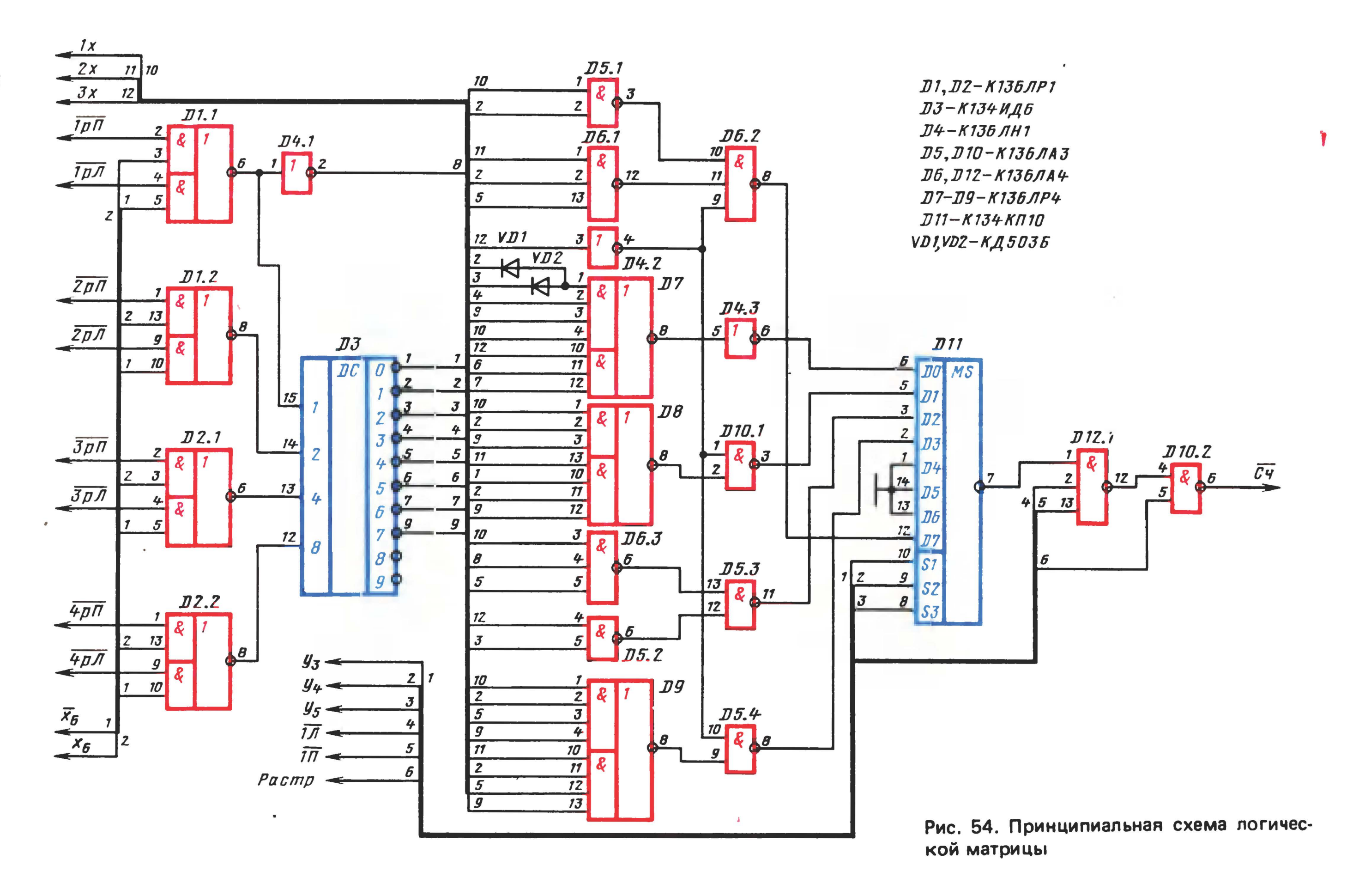


Рис. 54. Принципиальная схема логической матрицы

D3.4. Напряжение высокого уровня с выхода элемента D3.3 подается на входы элементов D5.1 – D5.3 и разрешает выдачу управляющих сигналов 1x, 2x, 3x. Эти сигналы вырабатываются дважды: для отображения счета левой и правой команд. После прихода импульсов x_3 и x_6 на элемент D3.2 триггер на D3.3, D3.4 возвращается в исходное состояние. На этом формирование сигналов растра заканчивается.

Следующий цикл начинается на следующей строке развертки. Формирование сигналов 1x, 2x, 3x продолжается до тех пор, пока на элемент D1.1 не придут импульсы y_5, y_6. С их появлением триггер на D1.2, D1.3 возвращается в исходное состояние и блокирует элементы D2, D3.1, запрещая работу элементов D4.1, D4.2 и микросхемы D5. Процесс формирования управляющих сигналов показан на рис. 53. Как мы видим, цифры жестко привязаны к выбранному участку площадки.

Принципиальная схема логической матрицы показана на рис. 54. На элементах D1 и D2 выполнен коммутатор кодов числа. На его входы поступает код числа со счетчиков результата левой и правой команд. Управляется коммутатор прямым и инверсным сигналом x_6, приходящим с синхрогенератора. На рис. 53 этот сигнал показан в инверсной форме. На дешифратор D3 подается код числа сначала со счетчика результата левой команды, затем коммутатор переключается на прием кода числа со счетчика результата правой команды. Дешифратор D3 преобразует входной двоичный код в позиционный десятичный. Выходной код инверсный.

Логическая матрица выполнена на микросхемах D5 – D9 и элементах D4.2, D4.3, D10.1. Последовательный опрос матрицы производится импульсами 1x – 3x с устройства управления. Сигналы с дешифратора D3 подаются на матрицу в соответствии с табл. 2. Элементы D6.2, D4.3, D10.1, D5.3, D5.4 группируют сигналы соответственно строкам матрицы. Группы выводятся поочередно строка за строкой через мультиплексор D11. Управляется мультиплексор сигналами y_3 – y_5 с синхрогенератора. Начальный адресный код мультиплексора 111. По нему выводится информация со входа D7. Затем устанавливается адресный код 000, по которому происходит вывод сигнала с входа D0 и т.д. С выхода микросхемы D11 импульсы отрицательной полярности проходят на один из входов элемента D12.1. На остальные входы подаются сигналы единиц старших разрядов $\overline{1Л}$ и $\overline{1П}$. Элемент D10.2 определяет положение сформированных цифр в пределах телевизионного растра. С выхода элемента D10.2 импульсы счета отрицательной полярности идут на смеситель и на формирователь цветовых сигналов.

При налаживании устройства управления матрицей необходимо с помощью осциллографа убедиться в наличии сигналов положительной полярности 1x, 2x и 3x на выходах элементов соответственно D6.4, D6.3 и D6.2. Проверку логической матрицы и правильность вывода чисел на экран производят совместно с устройством управления матрицей и счетчиками результата левой и правой команд. Входы счетчиков запараллеливают и импульсы +1 подают в пошаговом режиме (можно перепадами с RS-триггера, управляемого кнопкой). Следует учесть, что сигналы 1x, 2x, 3x дают три позиции телевизионного растра по горизонтали, а сигналы y_3, y_4, y_5 – пять позиций по вертикали; сигнал "РАСТР" положительной полярности определяет местоположение цифр в конкретной области площадки; сигналы $\overline{1Л}$ и $\overline{1П}$ на входах элемента D12.1 должны иметь отрицательную полярность.

Узел логических операций

Принципиальная схема узла логических операций приведена на рис. 55. Импульсы шайбы, поступающие с формирователя шайбы, проходят инвертор D1.1 и в положительной полярности подаются на следующие устройства совпадений:

с импульсами игроков левой команды и левой вертикальной линии площадки – на элемент D2.1;

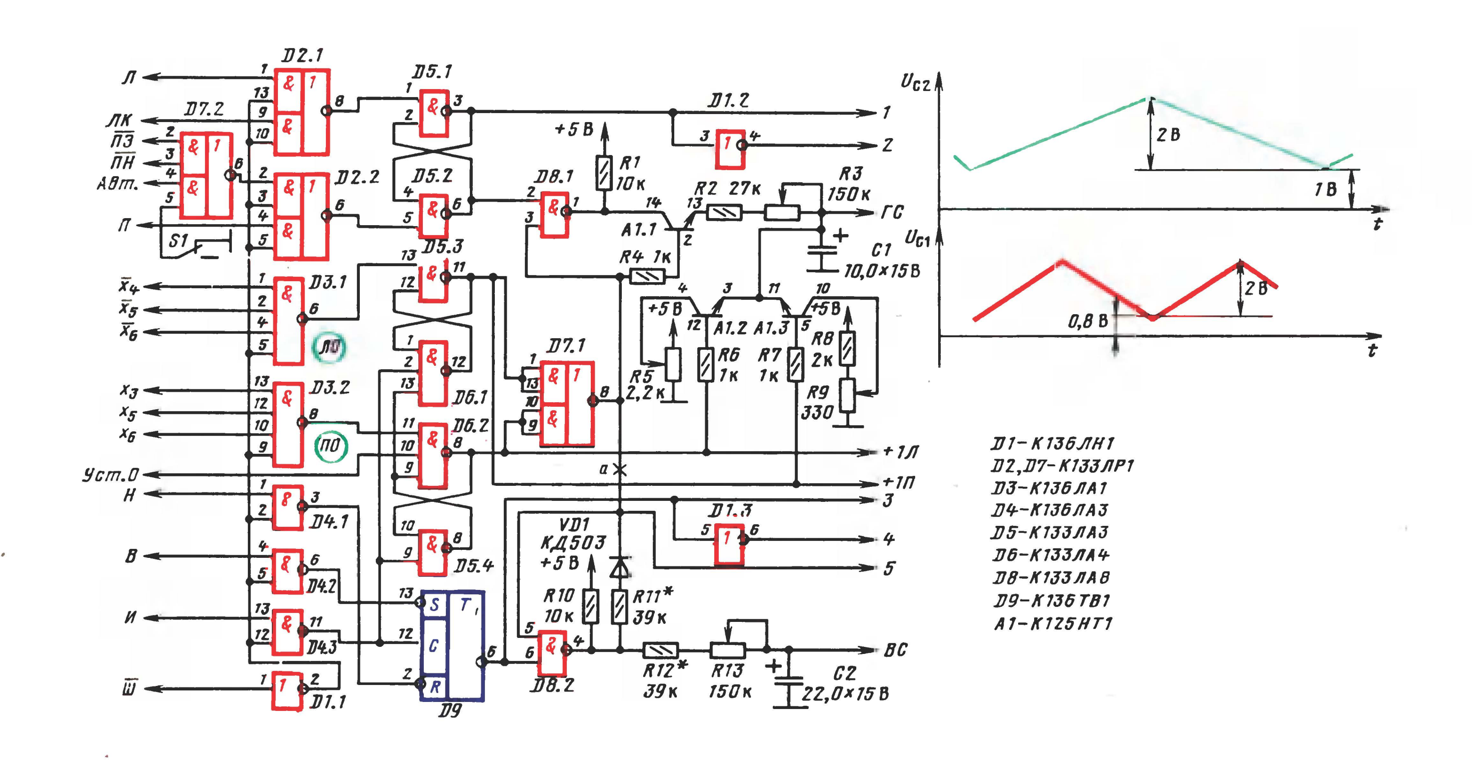


Рис. 55. Принципиальная схема узла логических операций и эпюры напряжений на конденсаторах C1, C2

с импульсами игроков правой команды и правой вертикальной линии площадки — на элемент D2.2;

с импульсами левой линии отскока — на элемент D3.1;

с импульсами правой линии отскока — на элемент D3.2;

с импульсами верхней линии площадки — на элемент D4.2;

с импульсами нижней линии площадки — на элемент D4.1;

с импульсами игроков двух команд — на элемент D4.3.

Триггер на элементах D5.1, D5.2 управляет движением шайбы по горизонтали, триггер на микросхеме D9 — движением по вертикали. В зависимости от состояния триггера горизонтального движения шайбы элемент D8.1 либо закрыт и конденсатор C1 заряжается по цепи R1 — R3 (шайба летит вправо), либо открыт и конденсатор C1 разряжается по цепи R2, R3 и через выходное сопротивление открытого элемента D8.1 (шайба летит влево). Элемент D8.2, работая аналогично, перемещает шайбу по вертикали: при зарядке конденсатора C2 шайба летит вниз, при разрядке — вверх. Резистором R3 можно изменять скорость шайбы по горизонтали, резистором R13 — по вертикали. Триггеры на элементах D5.3, D6.1 и D6.2, D5.4 служат для исходной установки шайбы. Триггер на элементах D5.3, D6.1 срабатывает в момент гола в левые ворота. На выходе элемента D5.3 устанавливается напряжение высокого уровня, а на выходе элемента D7.1 — низкого. Транзистор микросборки A1.1 закрывается, а транзистор A1.3 открывается. С делителя R8, R9 уровень напряжения, соответствующий исходной (левой) установке шайбы по горизонтали, подается на конденсатор C1 и далее на формирователь шайбы. При попадании шайбы в правые ворота срабатывает триггер на элементах D6.2, D5.4, закрывая транзистор A1.1 и открывая A1.2. Напряжение со среднего вывода резистора R5, соответствующее исходному (правому) положению шайбы, подается на формирователь шайбы.

Одновременно в счетчики результата в зависимости от голевой ситуации подаются импульсы либо +1Л, либо +1П. Исходное положение мяча по вертикали задается с помощью диода VD1 и резистора R11. На элементе D8.2 в это время напряжение 5 В делится резисторами R10, R11. Диод VD1 открыт, так как на выходе D7.1 в данный момент напряжение низкого уровня (установка шайбы у ворот). Движение шайбы начинается в момент столкновения ее с одним из защитников. На элементе D4.3 вырабатывается отрицательный импульс, который возвращает оба триггера установки в исходное состояние. При этом закрываются транзисторы микросборки A1.2, A1.3 и открывается транзистор A1.1.

На выходе элемента D7.1 устанавливается напряжение высокого уровня, диод VD1 закрывается, снимается блокировка с элементов D8.1, D8.2 и в зависимости от положения триггеров горизонтального и вертикального движения шайба летит в определенную сторону. В момент включения приставки может создаться ситуация, когда оба установочных триггера будут открыты, т. е. открыты оба транзистора микросборки A1.2, A1.3. Шайба встанет в ненормальное положение (в середине правой половины площадки). Для исключения этого сигнал с выхода элемента D5.4 подается на вход элемента D6.1, и триггер левой установки принудительно возвращается в нулевое состояние.

Столкновение шайбы с игроками влияет на триггер вертикального движения шайбы неоднозначно. Шайба при движении через игрока или при отражении от него пересекает четное или нечетное число строк. Поэтому на входе C триггера D9 будет произвольное число импульсов и заранее предугадать нельзя, в какое состояние установится триггер. В результате неизвестно, вверх или вниз полетит шайба. При игре это свойство позволяет забивать голы "в одно касание". Инверторы D1.2, D1.3 вырабатывают перепады напряжения для формирователя щелчка.

Переключатель S1 в замкнутом положении позволяет играть в "Хоккей" с партнером. В разомкнутом положении на элемент D7.2 поступает сигнал "Авт."

для электронного управления игроками правой команды. Переключатель в узле логических операций и переключатель в формирователе игроков взаимосвязаны.

Налаживание комплекса "узел логических операций + формирователь шайбы" — самая ответственная операция при настройке игры. Можно рекомендовать следующую последовательность регулировки. На выходе элемента D7.1 установить любым способом нуль. Транзисторы А1.2, А1.3 также должны быть закрыты. Для этого их базы можно заземлить. На конденсатор C1 со вспомогательного делителя напряжения подать напряжение такого уровня, чтобы шайба остановилась в середине экрана. Одновременно подобрать сопротивление резистора R1 так, чтобы шайба находилась по вертикали чуть выше ворот. Снять блокировку с элемента D8.2. Для этого разорвать связь между выходом элемента D7.1 и точкой соединения диода VD1 и входа элемента D8.2, например, в точке "а". Шайба, оставаясь неподвижной по горизонтали, должна двигаться, отскакивая от верхней и нижней линий площадки то вверх, то вниз. Изменяя сопротивление резистора R13, следует наблюдать за изменением скорости движения шайбы. Любое изменение скорости по вертикали не должно вызывать пропадание шайбы или ее выход за линии площадки. В противном случае надо увеличить сопротивление резистора R12. Может быть так, что шайба "не хочет" входить в площадку и "уходит" за пределы экрана и даже вызывает сбой синхронизации. Это значит, что на устройствах совпадения перепутаны сигналы горизонтальных линий площадки и их надо поменять местами.

Далее, на выходе элемента D7.1 нужно установить любым способом единицу, а линию с сигналом "5" заземлить (т.е. зафиксировать положение шайбы по вертикали). Транзистор А1.1 в этом случае открывается, и шайба начинает двигаться по горизонтали в пределах площадки. Чтобы она не попадала в ворота, их необходимо временно закрыть. Для этого в формирователе площадки (см. рис. 44) надо отсоединить провод, подходящий к выходу элемента D7.4 (связь 7). После этого надо проверить правильность отскока шайбы от вертикальных линий и от игроков. Неправильный отскок шайбы, как правило, говорит о том, что перепутаны сигналы левой и правой линий площадки на устройствах совпадения или сигналы игроков левой и правой команд. Изменяя сопротивление резистора R3, нужно убедиться в изменении скорости движения по горизонтали. Шайба не должна уходить за пределы площадки при любой скорости движения. Просмотр ведется на экране телевизора с помощью смесителя сигналов (см. рис. 58). Переключатель S1 должен находиться в положении, показанном на схеме, т.е. замкнутым на корпус.

Затем вновь следует закрыть транзистор А1.1 и открыть транзистор А1.2. Изменяя сопротивление резистора R5, нужно добиться такого положения шайбы, при котором она встанет на одну вертикаль с правым защитником. Закрыв тарнзистор А1.2 и открыв тарнзистор А1.3, резистором R9 необходимо установить шайбу на одну вертикаль с левым защитником. Может случиться так, что после истечения определенного промежутка времени шайба будет смещаться вправо относительно вертикалей защитников, "плыть", причем с правой стороны она может вообще сместиться так, что защитник не сможет ударить по ней. Суть этого явления — в тепловом прогреве как источника питания приставки, так и компараторов в формирователе шайбы и транзисторов микросборки А1 в узле логических операций. Поэтому лучше предусмотреть установку резистора R5 в таком месте, чтобы было удобно подстраивать его, не открывая крышку корпуса приставки. Другой путь — это ввести в делитель напряжения правой установки шайбы в исходное состояние (резистор R5) термосопротивление, компенсирующее "дрейф" шайбы, так, как это сделано, например, в [3].

Полностью восстанавливая схему, следует еще раз проверить правильность работы установочных триггеров. Уровни напряжения на конденсаторах C1 и C2 должны при движении шайбы соответствовать указанным на рис. 55. При нажатии кнопки

"Уст. 0" (в счетчиках результата) шайба должна всегда занимать правое исходное положение у ворот. При попадании шайбы в ворота счет должен меняться в момент столкновения шайбы с линиями отскока (они находятся за пределами экрана и невидимы. Просматриваются осциллографом).

При использовании микросхем других типов, отличных от примененных в узле логических операций, возможно следующее явление. Шайба, двигаясь в левую половину площадки от ворот с правой половины поля, не долетев до средней линии, неожиданно, не встречая препятствия, меняет траекторию движения по горизонтали и возвращается назад. Это значит, что в счетчиках с последовательным счетом синхрогенератора (рис. 39, 40) в момент перехода всех разрядов, кроме старшего, из единицы в нуль имеется задержка в установке сигнала x_6 в состояние единица. Поэтому в точке с координатами 16/17 (см. рис. 40,*а*) формируется короткий паразитный импульс, повторяющий левую линию отскока со всеми вытекающими последствиями. Бороться с этим импульсом можно следующим образом: между выходом элемента D3.1 и входом элемента D5.3 в узле логических операций нужно установить интегрирующую RC цепь, состоящую из резистора сопротивлением 100...300 Ом и конденсатора емкостью 51...510 пФ. Емкость необходимо подобрать экспериментально до пропадания этого эффекта. Еще проще сигналы $\overline{x}_4$ и $\overline{x}_5$, приходящие на элемент D3.1, задержать относительно сигнала $\overline{x}_6$. Сделать это можно, подав $\overline{x}_4$ и $\overline{x}_5$ на элемент D3.1 и предварительно пропустив каждый из них через два инвертора.

Устройство электронного управления игроками

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 56. Сигнал ВУ с формирователя шайбы поступает на одновибратор, выполненный на микросхеме D8. Одновибратор формирует импульс, который через инвертор D6.3 проходит на формирователь игроков. При установке переключателя S1 в положение "ЭУ" (рис. 46) сигнал электронного управления ЭУ подается на элементы, определяющие положение игроков правой команды по горизонтали. Поскольку сигнал ЭУ вырабатывается из вертикальной составляющей шайбы, положение игроков правой команды будет определяться положением шайбы по вертикали в данный момент времени. Иными словами, игроки будут следовать за шайбой и постоянно отражать ее на половину поля соперника. Если вступить в игру в этот момент, то электронный соперник выиграет со счетом 19 : 0. Поэтому остальная часть схемы на рис. 56 построена с таким расчетом, чтобы шайба при определенных обстоятельствах проходила как через нападающего, так и через защитника правой команды в ворота. С этой целью при включении приставки на триггер D2.3, D2.4 проходит импульс установки нуля "Уст. 0". На выходе элемента D2.3 устанавливается напряжение высокого уровня, которое открывает элемент D1.1, а напряжение низкого уровня с выхода D2.4 закрывает вход (вывод 13) микросхемы D4.

Состояние RS-триггера на элементах D2.1, D2.2 может быть произвольным: если единичное, на выходе микросхемы D4 присутствуют импульсы y_5, если нулевое — импульсы y_4. Эти импульсы инвертируются элементом D6.2 и в противофазе подаются на элемент D7.1. На выводы 3,5 элемента D7.1 подан сигнал с D-триггера D5. На вход синхронизации C триггера D5 поступают импульсы с генератора импульсов на транзисторе VT1 и инверторе D6.1, выполненного по схеме, приведенной в [15]. Длительность импульсов на выходе триггера D5 около 2 с. Таким образом, элемент D7.1 поочередно коммутирует импульсы y_5 (может и y_4) с частотой, определяемой импульсами триггера D5. На вход элемента D7.1 проходит сигнал "Авт.", который подается на узел логических операций. В разомкнутом положении переключателя S1 (см. рис. 55) импульсы "Авт." управляют устройством совпадения D2.2. Таким образом, импульсы y_5 (y_4) и $\overline{y}_5$ ($\overline{y}_4$) создают на площадке зоны, в которых шайба становится нечувствительной к игрокам правой команды.

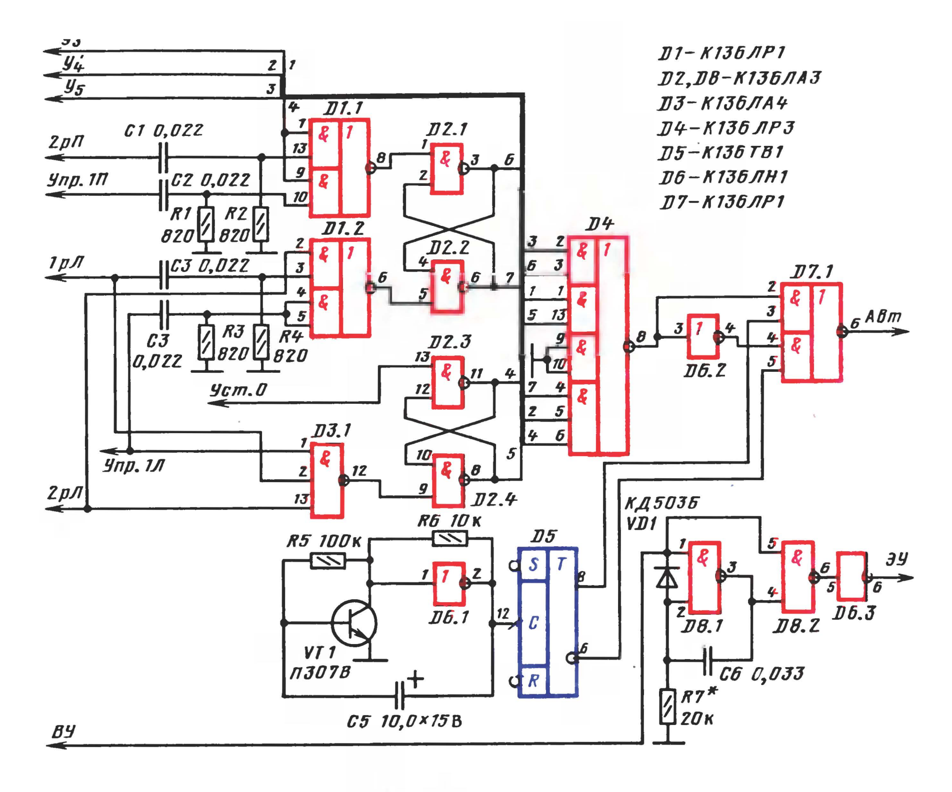


Рис. 56. Принципиальная схема устройства электронного управления игроками

Эти зоны постоянно меняются вследствие коммутации их триггером D5 (рис. 56). Если игроки правой команды попадают в эту зону, то шайба не отражается, а проходит сквозь них. Импульсы y_5 являются по частоте самыми низкими и создают на площадке самые большие зоны нечувствительности. Допустим, соперник забил электронной команде три гола. В этом случае на входе элемента D1.2 появляется дифференцированный импульс, по которому триггер на D2.1, D2.2 устанавливается в нулевое состояние. Импульсы y_5 блокируются, а на выходе D4 появляются импульсы y_4. Это значит, что размер зон нечувствительности уменьшается и электронная команда будет успешнее отражать атаки на свои ворота. Триггер D2.1, D2.2 срабатывает каждый раз после 2, 3, 6, 7, 10, 12 голов в те и другие ворота.

Полная тактика игры электронной команды приведена в табл. 3.

Таблица 3

Счет (Вариант 1)	0:0	3:0	3:2	7:2	7:6	10:6	10:10	13:10
Сигнал на выходе	y_5	y_4	y_5	y_4	y_5	y_4	y_5	y_3

Счет (Вариант 2)	6:6	6:10	7:10	7:12	10:12	10:16	12:18
Сигнал на выходе	y_5	y_5	y_4	y_5	y_4	y_5	y_5

При достижении соперником счета 13 независимо от счета правой команды триггер на элементах D2.3, D2.4 переключается и на выход D4 проходят импульсы y_3. Зоны уменьшаются еще в 2 раза. Одновременно элемент D1.1 блокируется напряжением низкого уровня с выхода элемента D2.3. Таким образом, последние шесть голов приходится забивать всегда сильной команде. Если же счет до 13 не доходит, электронная команда продолжает играть в тактике y_5, y_4 до конца матча. Найти зоны нечувствительности при игре с электронной командой сложно, так как они постоянно меняются.

При налаживании устройства электронного управления игроками необходимо сигнал с выхода элемента D7.1 подать на смеситель сигналов (вместо сигнала шайбы) и проверить правильность переключения зон в зависимости от счета согласно табл. 3. На счетчики результата подаются импульсы счета в разовом режиме от вспомогательного RS-триггера с управлением от кнопки.

Формирователь щелчка

Схема формирователя щелчка приведена на рис. 57. Он представляет собой одновибратор, выполненный на элементах D1, D2.1. На вход формирователя поступают сигналы из узла логических операций. После дифференцирования на конденсаторах C1 – C5 и резисторах R1 – R10 короткие импульсы запускают одновибратор, который формирует отрицательный импульс длительностью около 700 мкс. С выхода элемента D2.2 импульсы щелчка подаются на вход УЗЧ телевизора. При отсутствии щелчков фон в динамическом громкоговорителе не прослушивается ввиду того, что исходное состояние элемента D2.2 открытое и вход УЗЧ по существу соединен по переменной составляющей с корпусом. Закрывается этот элемент только в момент прохождения щелчка.

Смеситель сигналов

Принципиальная схема смесителя показана на рис. 58. На элемент D1.1 подаются импульсы синхросмеси положительной полярности. На входы элемента D1.2 в отрицательной полярности поданы импульсы шайбы, счета, площадки и игроков. Суммирование всех сигналов происходит на выходе элемента D1.1. Через конденсатор C1 сигнал изображения подается на выходное гнездо (см. формирователь цветовых сигналов).

Формирователь цветовых сигналов

Принципиальная схема формирователя приведена на рис. 59. На вход шифратора, выполненного на элементах D1.1 – D1.3, подаются сигналы шайбы, линий площадки, игроков левой и правой команд и счета. На выходе шифратора

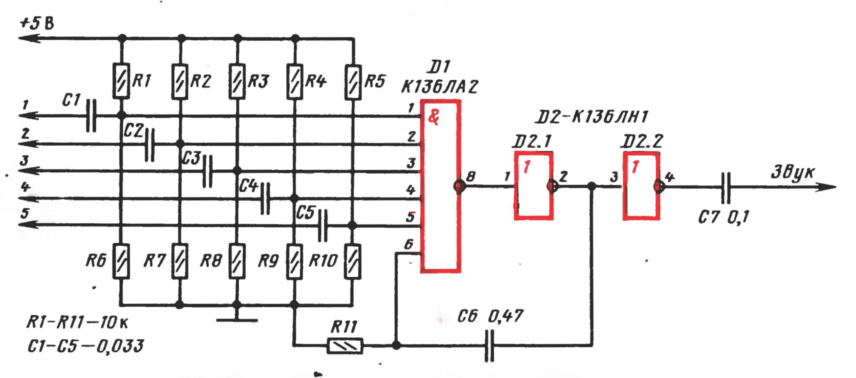


Рис. 57. Принципиальная схема формирователя щелчка

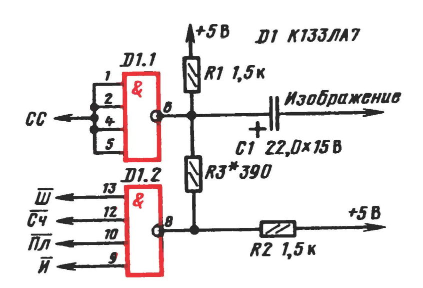


Рис. 58. Принципиальная схема смесителя сигналов

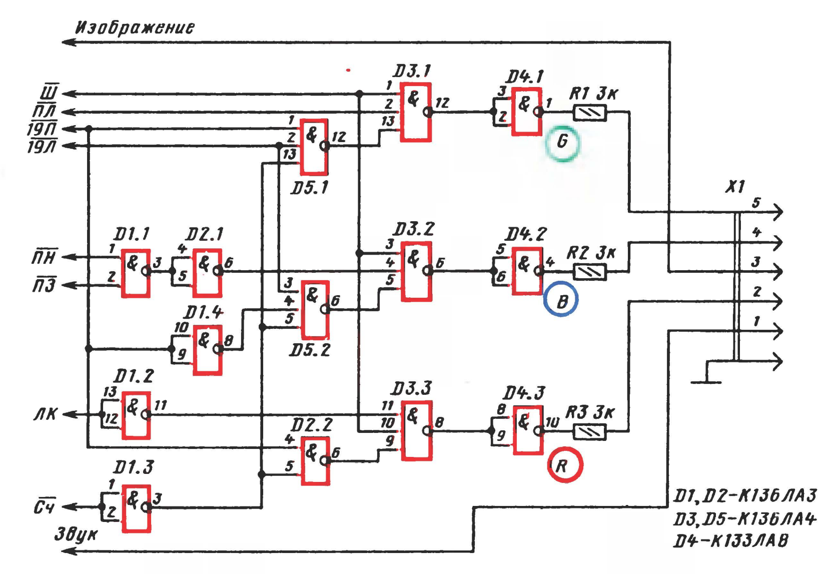


Рис. 59. Принципиальная схема формирователя цветовых сигналов

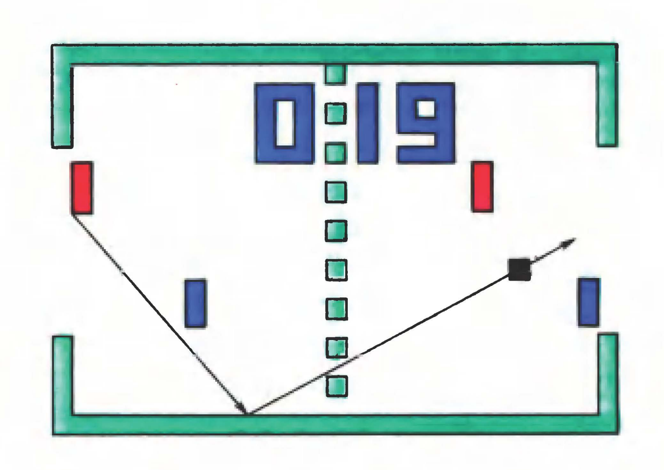


Рис. 60. Общий вид игрового поля в игре "Хоккей"

Таблица 4

Элемент изображения	Цвет	Уровень напряжения на выходах D2		
		R	G	B
Шайба	Белый	0	0	0
Игроки команды:				
левой	Красный	0	1	1
правой	Синий	1	1	0
Площадка	Зеленый	1	0	1
Счет:				
от 0 до 18	Желтый	0	0	1
19 :	Красный	0	1	1
: 19	Синий	1	1	0

формируется трехразрядный двоичный код цвета элементов изображения, который затем поступает на выходные элементы D4.1 – D4.3. Выходные сигналы цвета элементов изображения соответствуют табл. 4. Исходный цвет цифр счета – желтый. В зависимости от результата игры цвет цифр меняется при победе левой команды с желтого на красный, при победе правой команды – с желтого на синий, т. е. цифры счета окрашиваются в цвет игроков победившей команды, что зрительно более эмоционально воспринимается, особенно при игре с электронной командой.

Штепсельная часть разъема X1 – типа СШ-5. Общий (корпусной) провод приставки соединен с корпусом вилки.

Общий вид игрового поля в "Хоккее" приведен на рис. 60.

ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ИГРОВАЯ ПРИСТАВКА "СКАЧКИ"

Алгоритм работы и структурная схема

Телевизионная приставка "Скачки" позволяет получить на экране телевизора игровую ситуацию, аналогичную состязанию наездников в преодолении препятствий.

Для вывода изображения игры – получения идентичных изображений в различных непересекающихся между собой частях (зонах) телевизионного растра – применяется метод (принцип) зоновой коммутации. Он обеспечивает последовательную во времени обработку и формирование сигналов, что позволяет в итоге значительно сократить число логических устройств в приставке.

Телевизионный растр разделяется на зоны с помощью импульсов коммутации зон (импульсов ЗН), временно́е положение которых относительно кадровых (или строчных) импульсов должно быть жестко определено. Игровое поле разбито на четыре горизонтальные зоны (дорожки), на которых находятся "всадники", управляемые игроками. Изображения дорожек выполнены в виде штриховых линий, на которые через отдельные интервалы нанесены препятствия (вертикальные отметки). На игровом поле имеется также отметка "финиша" (прямоугольник). В исходном состоянии у линии старта на каждой светлой дорожке изображен силуэт лошади с наездником (в профиль). По команде "Пуск" включается блок горизонтального смещения (справа налево) изображения дорожек с препятствиями, а блок мультипликации формирует бег лошадей.

Во время игры каждый играющий управляет одной кнопкой, включая которую можно имитировать прыжок лошади с всадником. При удачном прыжке лошадь

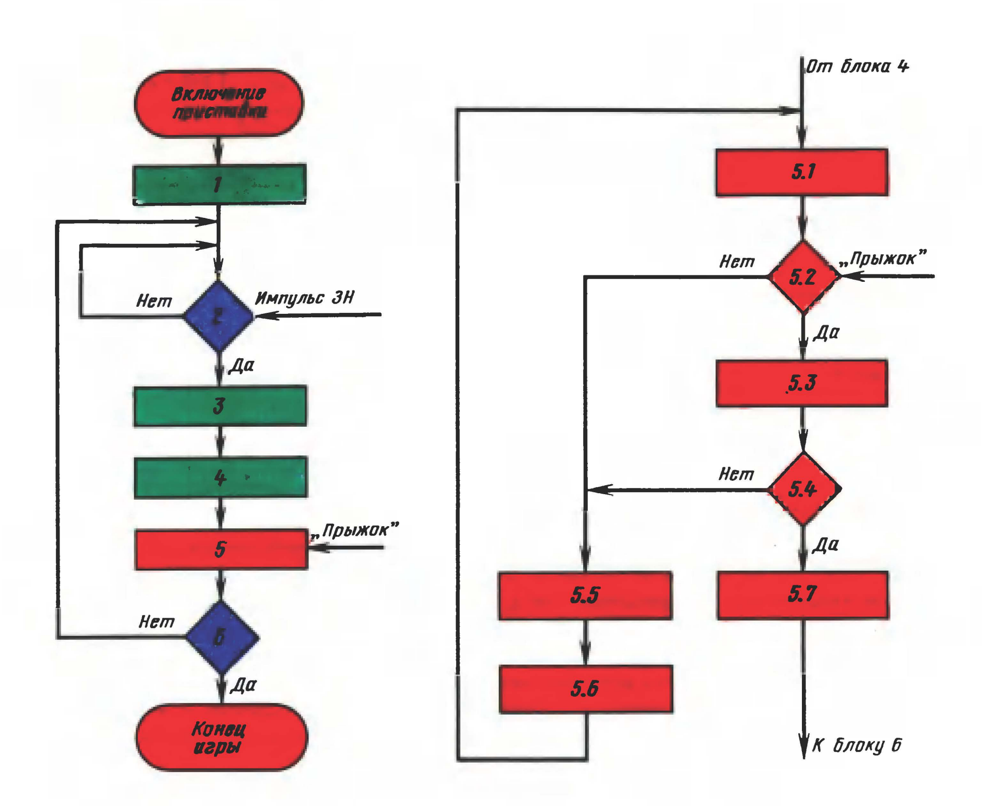


Рис. 61. Упрощенный алгоритм работы телеигры "Скачки":
1 — выбор режима; 2 — наличие импульса; 3 — счет зон; 4 — включение канала n-го игрока; 5 — обработка и формирование сигналов; 6 — достижение финиша

Рис. 62. Алгоритм создания динамических изображений в игре "Скачки":
5.1. — включение изображений первой группы; 5.2 — включение прыжка; 5.3 — включение изображений первой и второй групп; 5.4 — преодоление препятствия; 5.5 — включение изображений третьей группы; 5.6 — смещение влево; 5.7 — смещение вправо

с всадником перемещается слева направо, при преждевременном или запоздалом нажатии кнопки игроком лошадь ударяется о препятствие и перемещение замедляется — неудачный прыжок. При значительном числе неудачных прыжков обратное смещение всадника с лошадью может вновь привести его на линию старта.

Упрощенная схема алгоритма игровой приставки "Скачки" показана на рис. 61. В начале игры производится выбор режима (блок 1), т. е. выбирается скорость перемещения препятствий и пропорциональная ей скорость прыжка лошади. Наличие импульсов зон коммутации определяется блоком 2, а счет импульсов коммутации зон и определение номера зоны — счетчиком номера зоны (блок 3). Установка этого счетчика в нулевое состояние во время прохождения кадрового синхроимпульса не показана. Блок 3 включает канал игрока, а блок 5 осуществляет обработку и формирование соответствующих динамических сигналов. Блок 6 проверяет условие достижения финиша. При выполнении этого условия любым из наездников формируется сигнал окончания игры. Невыполнение заданного условия приводит к повторению описанного цикла.

Данная схема не поясняет обработку и формирование динамических сигналов,

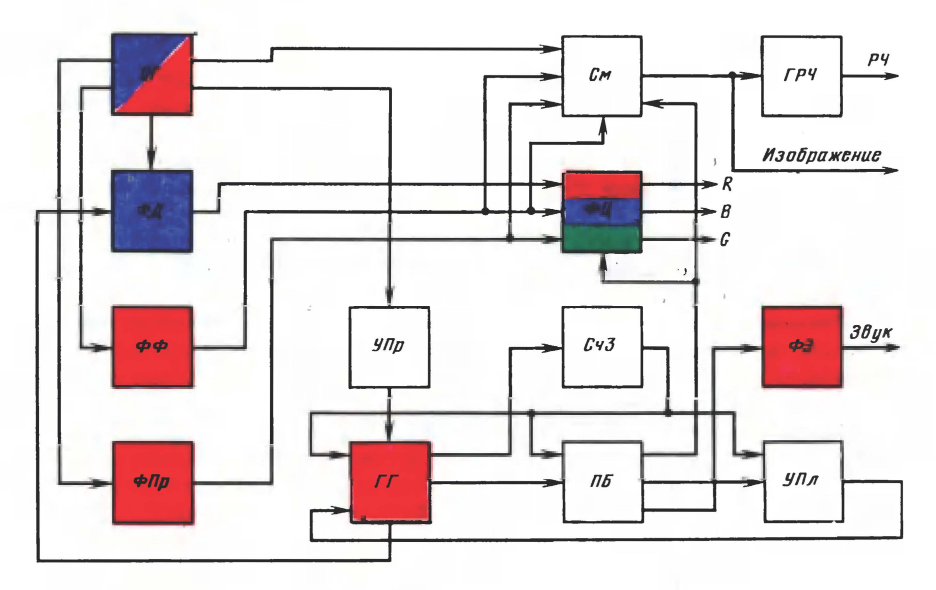


Рис. 63. Структурная схема игровой приставки "Скачки"

поэтому необходимо дополнительно рассмотреть алгоритм обработки входных сигналов для одной выбранной зоны (рис. 62).

Динамическое изображение всадника с лошадью формируется методами телевизионной мультипликации из трех групп изображения. В первую группу входят изображения, имитирующие перемещение лошади в отсутствие препятствия (галоп) и соответствующее положение наездника. При нажатии игроком кнопки включается вторая группа изображений, имитирующая прыжок лошади с прижатым к ней наездником. При несвоевременном нажатии кнопки включается третий вид изображений, имитирующих падение наездника. Включение третьего вида изображений автоматически приводит к смещению формируемого изображения влево и через некоторое время к включению первого вида изображений.

Последующая часть алгоритма реализует удачные действия игрока и успешное преодоление препятствий. После успешного преодоления препятствия формируемое изображение смещается вправо и включается первый вид изображений.

Структурная схема приставки приведена на рис. 63. Синхрогенератор СГ вырабатывает сигналы синхронизации и наборы сигналов x и y. Сигналы x и y используются в формирователе дорожек ФД, финиша ФФ и препятствий ФПр. Счетчик зон СчЗ кодирует горизонтальные зоны и обеспечивает поочередную обработку сигналов. Графогенератор ГГ формирует в каждой зоне динамическое изображение лошади и наездника. Узел управления прыжком УПр воспроизводит код всех фаз прыжка лошади. Положение лошади по горизонтали определяется узлом положения УПл. Алгоритм игры реализуется программным блоком ПБ. Звуковые эффекты создаются формирователем звуковых эффектов ФЭ. В смесителе См происходит смешение сигналов синхронизации с сигналами дорожек, финиша, препятствий и лошадей. С выхода "Изображение" сигнал изображения можно подать на усилитель черно-белого телевизора или на ГРЧ. С выхода формирователя цветовых сигналов ФЦ сигналы подаются на усилители сигналов изображения цветного телевизора.

Графогенератор

Графогенератор является основным узлом, определяющим сложность игровой приставки в целом. Как известно, синхрогенератор создает на растре дискретную сетку частот, где положение каждого элемента изображения фиксировано и привязано к коду переменных x и y. В данном случае изображение лошади и наездника на всех фазах прыжка умещается в матрице, содержащей 8×10 элементов (рис. 64).

Такое изображение формируется логической матрицей, для управления которой необходим блок выборки адреса, представляющий собой дешифратор, число выходов которого равно числу входов логической матрицы. Чтобы получить изображение в определенном месте экрана, необходим узел тактирования, преобразующий параллельный выходной код логической матрицы в последовательный код элементов изображения. Таким образом, блок выборки адреса должен иметь десять, а узел тактирования восемь разрядов.

Принципиальная схема узлов, обслуживающих логическую матрицу, показана на рис. 65. Узел тактирования выполнен на микросхемах D3, D4 и элементах D1.1, D2.1 – D2.3, блок выборки адреса – на микросхемах D6, D7 и элементах D2.4, D5.1, D5.2, D5.4, D1.2. Их совместную работу удобно рассматривать с момента совпадения импульсов y_8 и $\overline{y}_8$ на элементе D2.3. При совпадении импульсов на выходе D2.3 появляется отрицательный импульс, который изменяет состояние триггера на элементах D2.1, D2.2. Снимается блокировка по входам R триггеров D3, D4.1 и открывается элемент D2.4. Начальное состояние триггеров узла тактирования 000, и в момент прихода импульса сравнения Ср с узла положения лошади на элемент D4.2 срабатывает триггер на элементах D5.1, D5.2. На входе R0 счетчика D6 устанавливается нуль, и импульсы x_0, поступающие на вход C1, подсчитываются счетчиком. С выходов D6 четырехразрядный код поступает на дешифратор D7, на выходе которого формируется набор сигналов выборки адреса $\overline{0x}$ – $\overline{9x}$. По окончании действия сигнала $\overline{9x}$ формирователь на элементах D1.2, D5.4 вырабатывает короткий отрицательный импульс, по которому триггер D5.1, D5.2 возвращается в исходное состояние. Счетчик блокируется, а на выходе подтверждается код 0000, по которому дешифратором выбирается шина $\overline{0x}$. Работа логической матрицы при этом не искажается, так как по этому адресу элемент изображения не возбуждается (см. рис. 64).

На вход триггера D3.1 поданы сигналы y_2, поэтому узел тактирования также последовательно принимает состояния от 000 до 111. В каждом из восьми тактов происходит запуск блока выборки адреса по приходу импульса Ср. По окончании цикла тактирования с прямого выхода D-триггера D4.1 снимается импульс, по которому после дифференцирования цепью R1, R2, C1 триггер D2.1, D2.2 возвращается в первоначальное состояние. Повторный запуск возможен только после следующего прихода импульсов y_8, $\overline{y}_8$. Из рис. 66 видно, что узел тактирования запускается 4 раза в течение одного кадра, что соответствует формированию изображения на четырех дорожках.

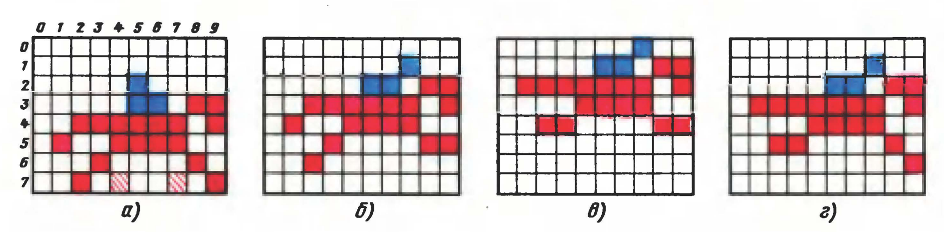


Рис. 64. Матрица графогенератора для разных фаз прыжка лошади

Д1–К136ЛН1
Д2, Д5–К136ЛА3
Д3, Д4–К136ТМ2
Д6–К133ИЕ2
Д7–К134ИД6

Рис. 65. Принципиальная схема узла тактирования и блока выборки адреса

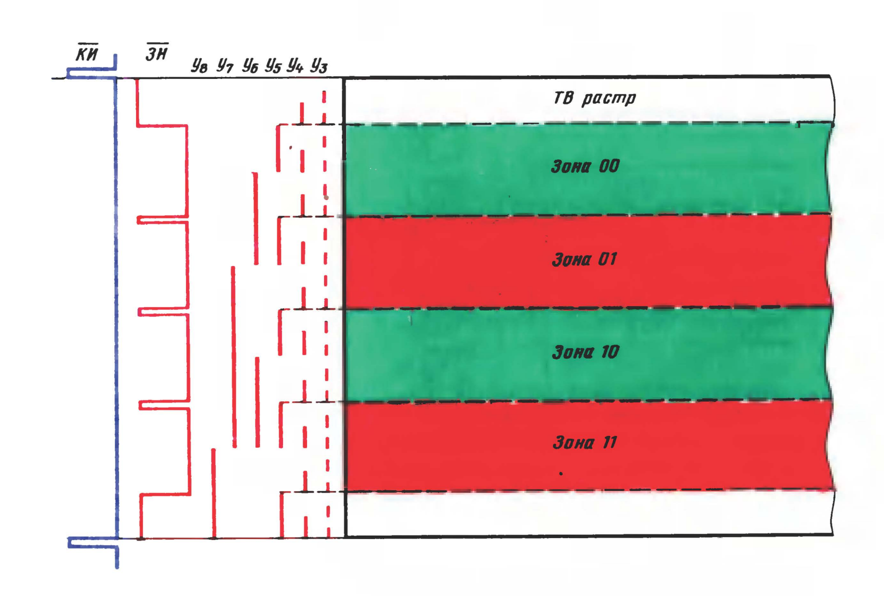


Рис. 66. Зоны формирования изображения матрицы

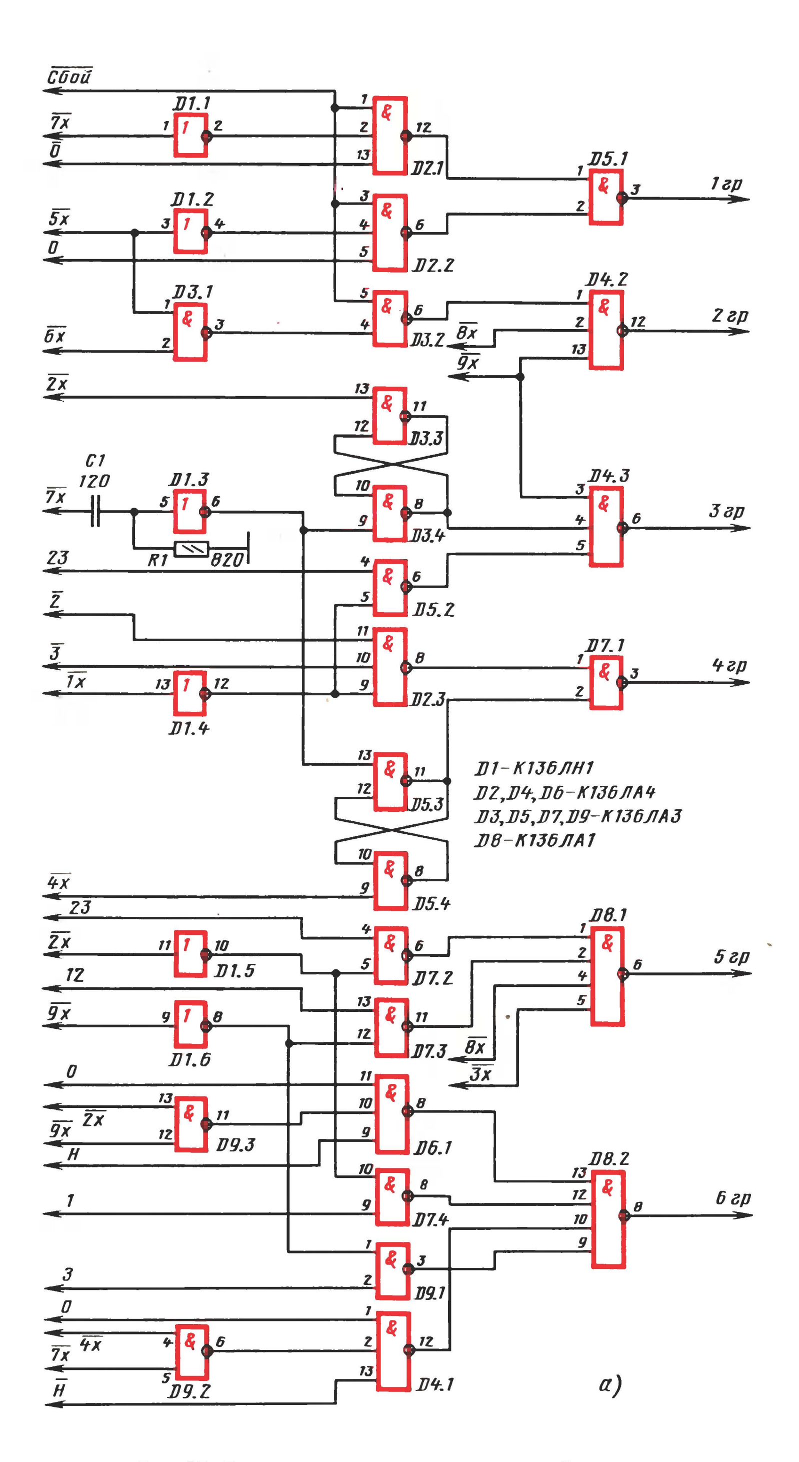
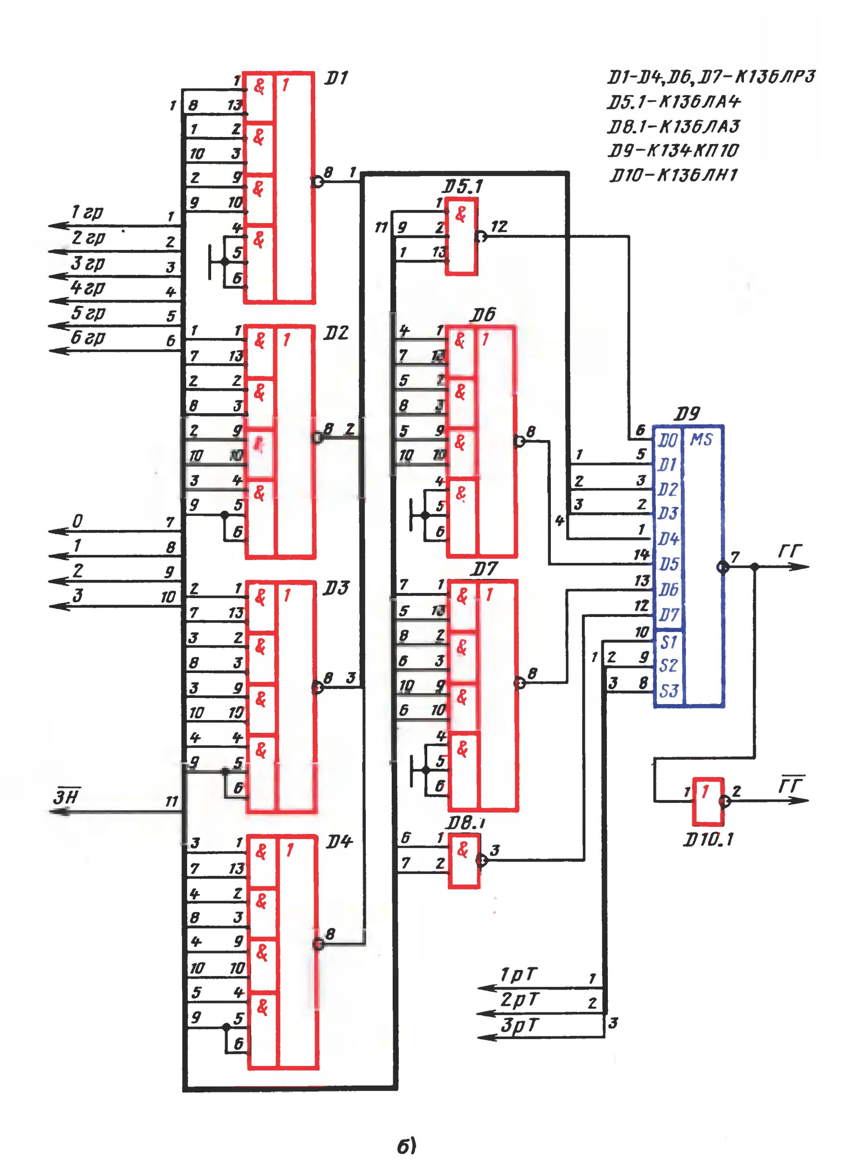


Рис. 67. Принципиальная схема логической матрицы



б)

Из рассмотрения рис. 64 следует, что для изображения бегущей лошади и наездника необходимо подсветить 21 элемент изображения. При прыжке изображение должно смещаться вверх по вертикали на один элемент в первой фазе прыжка, на два элемента — во второй и на один элемент — в третьей. Наиболее просто это можно реализовать с помощью мультиплексирования сигналов, соответствующих элементам изображения матрицы.

Принципиальная схема логической матрицы приведена на рис. 67. На рис. 67,*а* показана часть матрицы, которая по управляющим сигналам формирует шесть групп элементов изображения (1 — 6 гр), соответствующих шести строкам по вертикали — со второй по седьмую. Элементы D1.1, D2.1 и D1.2, D2.2 формируют

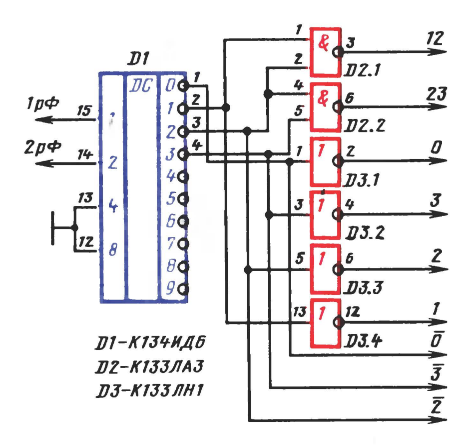


Рис. 68. Принципиальная схема дешифратора

вторую строку матрицы. На вход указанных элементов поступают сигналы с блока выборки адреса и с дешифратора прыжка, показанного на рис. 68. На вход дешифратора D1 могут быть поданы следующие коды двоичных разрядов: 00 — бег лошади; 01 — начало (первая фаза) прыжка; 10 — середина (вторая фаза) прыжка; 11 — окончание (третья фаза) прыжка. На выходе дешифратора прыжка формируется ряд сигналов, необходимых для перекодировки логической матрицы в процессе смены зон (более подробно рассмотрено далее) и при прыжке.

Третья строка матрицы формируется элементами D3.1, D3.2 и D4.2 (см. рис. 67,*а*). Сигнал "Сбой" возникает при неудачном прыжке и, закрывая элементы D2.1, D2.2 и D3.2, приводит к временному исчезновению изображения наездника на экране. Четвертая строка формируется элементами D3.3, D3.4, D1.3, D4.3 и D5.2; пятая — триггером на элементах D5.3, D5.4 и элементами D1.4, D2.3, D7.1; шестая — элементом D8.1 и элементами D1.5, D1.6, D7.2, D7.3. Последняя, седьмая, строка формируется элементами D9.2, D9.3 и D4.1, D6.1 в фазе бега лошади и элементами D7.4, D9.1 в фазе прыжка. На элементе D8.2 происходит логическое суммирование элементов строки. Имитация бега лошади создается поочередным переключением элементов D6.1, D4.1 импульсами из формирования препятствий с частотой около 1,5 Гц.

Шесть групп сигналов подаются далее на коммутатор прыжка (рис. 67,*б*), который по командам от дешифратора прыжка сдвигает все строки матрицы на одну или две строки вверх. Коммутатор прыжка выполнен на микросхемах D1 — D4, D6, D7 и элементах D5.1, D8.1. В коммутаторе происходит образование полных восьми строк по вертикали, при этом нулевая строка снимается с выхода элемента D5.1, первая — с микросхемы D1 и т. д. до седьмой строки, которая выводится через элемент D8.1. Сигналы восьми строк поступают на входные шины мультиплексора D9, который преобразует параллельный код с выхода коммутатора прыжка в последовательный код вывода строк по адресным сигналам с узла тактирования. С выхода мультиплексора D9 положительные импульсы изображения лошади и наездника поступают в блок логических операций.

Счетчик зон и формирователь дорожек

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 69. Счетчик зон состоит из двух D-триггеров, выполненных на микросхеме D1, работающих в счетном режиме. Исходное состояние на его выходах устанавливается кадровыми синхроимпульсами. На вход счетчика подаются импульсы коммутации зон ЗН с узла тактирования. Счетчик в течение кадра формирует четыре двухразрядных кода номера зоны (рис. 66).

Формирователь дорожек (рис. 69) выполнен на RS-триггере на элементах D2.1, D2.2 и элементе D2.3. Запускается триггер положительным импульсом коммутации зоны и возвращается в исходное состояние импульсом $\overline{У}_1$. На элементе D2.3

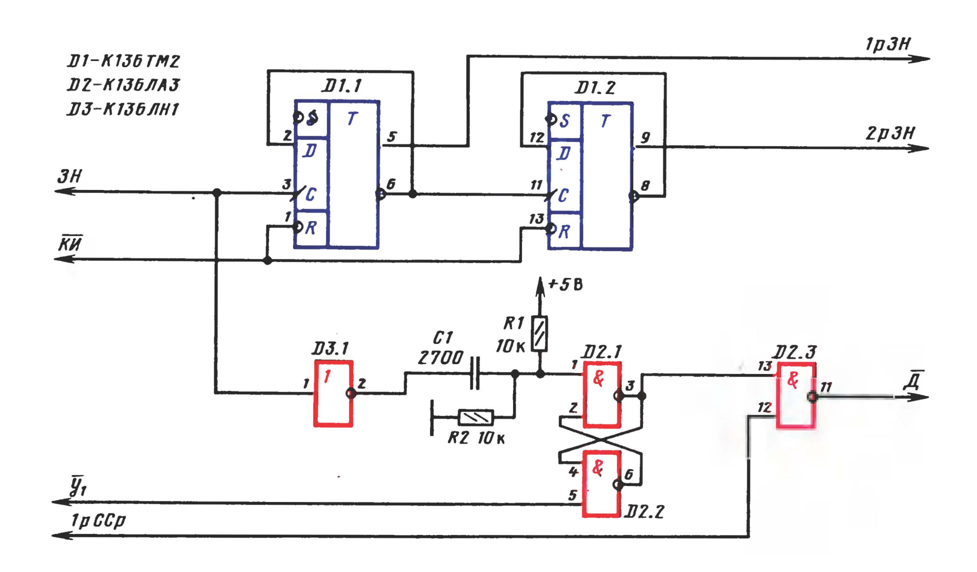


Рис. 69. Принципиальная схема счетчика зон и формирователя дорожек

импульсы, сформированные триггером D2.1, D2.2, стробируются сигналом с формирователя препятствий, создавая иллюзию движения дорожек вместе с препятствиями.

Узел управления лошадью

Принципиальная схема узла управления "лошадью" приведена на рис. 70. Узел состоит из четырех однотипных устройств управления прыжком и двух мультиплексоров, которые передают код прыжка с каждого из устройств управления прыжком на дешифратор прыжка. Рассмотрим работу одного из устройств управления прыжком. Он оформлен в виде выносного пульта П1 с контактным переключателем S1. Пульт присоединяется к приставке с помощью кабеля. В исходном состоянии триггеры на микросхеме D3 закрыты по входам R напряжением низкого уровня с выхода RS-триггера на элементах D1.1, D1.2. При нажатии кнопки S1 (режим прыжка) RS-триггер устанавливается в единицу, и на вход триггеров на микросхеме D3 воздействуют импульсы с формирователя препятствий. D-триггеры последовательно принимают состояния от 00 до 11. Четвертым импульсом оба D-триггера устанавливаются в состояние 00. Перепад напряжения с прямого выхода триггера D3.2 дифференцируется цепью R2, R3, C2 и переводит RS-триггер также в нулевое состояние. С выхода элемента D1.1 напряжение низкого уровня вновь закрывает микросхему D3 до следующего нажатия кнопки S1.

Инверсные сигналы с выходов микросхемы D3, а также с остальных устройств управления прыжком поступают на мультиплексоры D4, D5. На адресные входы мультиплексоров подан двоичный код со счетчика зоны (рис. 69). Таким образом мультиплексоры поочередно в соответствии с кодом зоны выводят код прыжка каждого из устройств управления прыжком на дешифратор прыжка (рис. 68).

Если играющий удерживает кнопку S1 в нажатом состоянии некоторое время, большее, чем время возврата RS-триггера в исходное состояние, то при отпускании

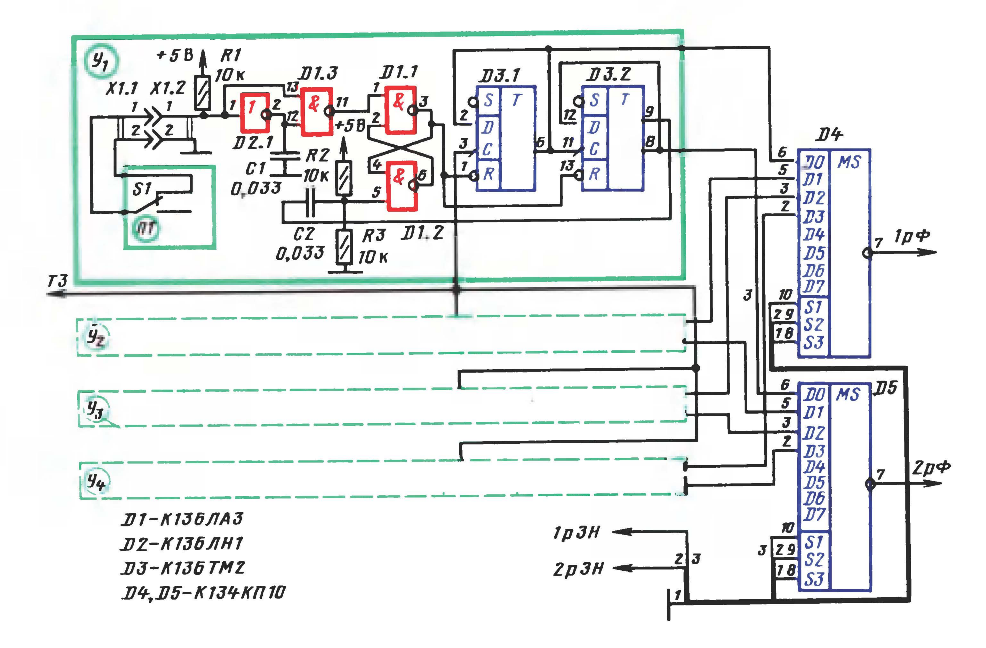


Рис. 70. Принципиальная схема узла управления лошадью

кнопки из-за дребезга контактов возможен повторный запуск D-триггеров, т. е. повторный прыжок лошади. Это дополнительный фактор занимательности игры.

Формирователь финиша

Схема формирователя финиша показана на рис. 71. На элементе D1 выделяется сигнал изображения финиша, который, пройдя инвертор D2.1, поступает на устройство совпадения D3.1. На второй вход устройства совпадения подаются импульсы с графогенератора. При совпадении импульсов финиша с импульсами изображения лошади и наездника отрицательный импульс с выхода D3.1 опрокидывает триггер на элементах D3.2, D3.3. С выхода триггера напряжение низкого уровня поступает в формирователь препятствий.

Формирователь препятствий

Принципиальная схема формирователя препятствий приведена на рис. 72. Он состоит из шестиразрядного счетчика на микросхемах D1 – D3 и устройства сравнения двух шестиразрядных кодов на микросхемах D6, D8 – D10, D5 и элементах D7.1, D7.2 и D4.1.

При включении приставки с узла положения лошади (см. рис. 74) в формирователь приходит сигнал установки "Уст.", который подается на входы триггеров счетчика и переводит их в нуль. После нажатия кнопки 1 "Пуск" в формирователе финиша (рис. 71) снимается запрет со входа элемента D7.3 (рис. 72) и в зависимости от положения переключателя S1 импульсы с частотой 50, 25 или 12,5 Гц с выхода делителя кадровой частоты подаются на вход счетчика (схема делителя кадровой частоты показана на рис. 73). Счетчик в формирователе работает в режиме сложения, и код числа возрастает с 000000 до 111111. С прямых выходов триггеров счетчика сигналы подаются на один из входов устройства сравнения. На вторые входы поступает набор инверсных сигналов $x_0 - x_5$. При равенстве кода счетчика и кода

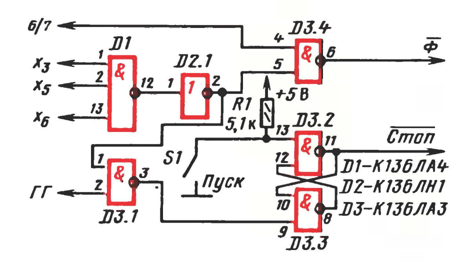


Рис. 71. Принципиальная схема формирователя финиша

D1–D3–К136ТМ2
D4–К136ЛН1
D5–К136ЛА2
D6, D7–К136ЛА3
D8–D10–К136ЛР1

Рис. 72. Принципиальная схема формирователя препятствий

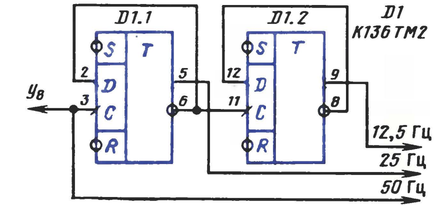


Рис. 73. Принципиальная схема делителя импульсов

сетки частот $\overline{x}$ на входы элемента D5 подаются напряжения высокого уровня. На вход 12 поступает сигнал 6/7, который определяет положение и высоту препятствия. С выхода D5 сформированный инверсный сигнал препятствия ПР проходит на смеситель сигналов, а прямой сигнал с выхода инвертора D4.1 — в программный блок.

Поскольку код счетчика под влиянием входных импульсов постоянно меняет-

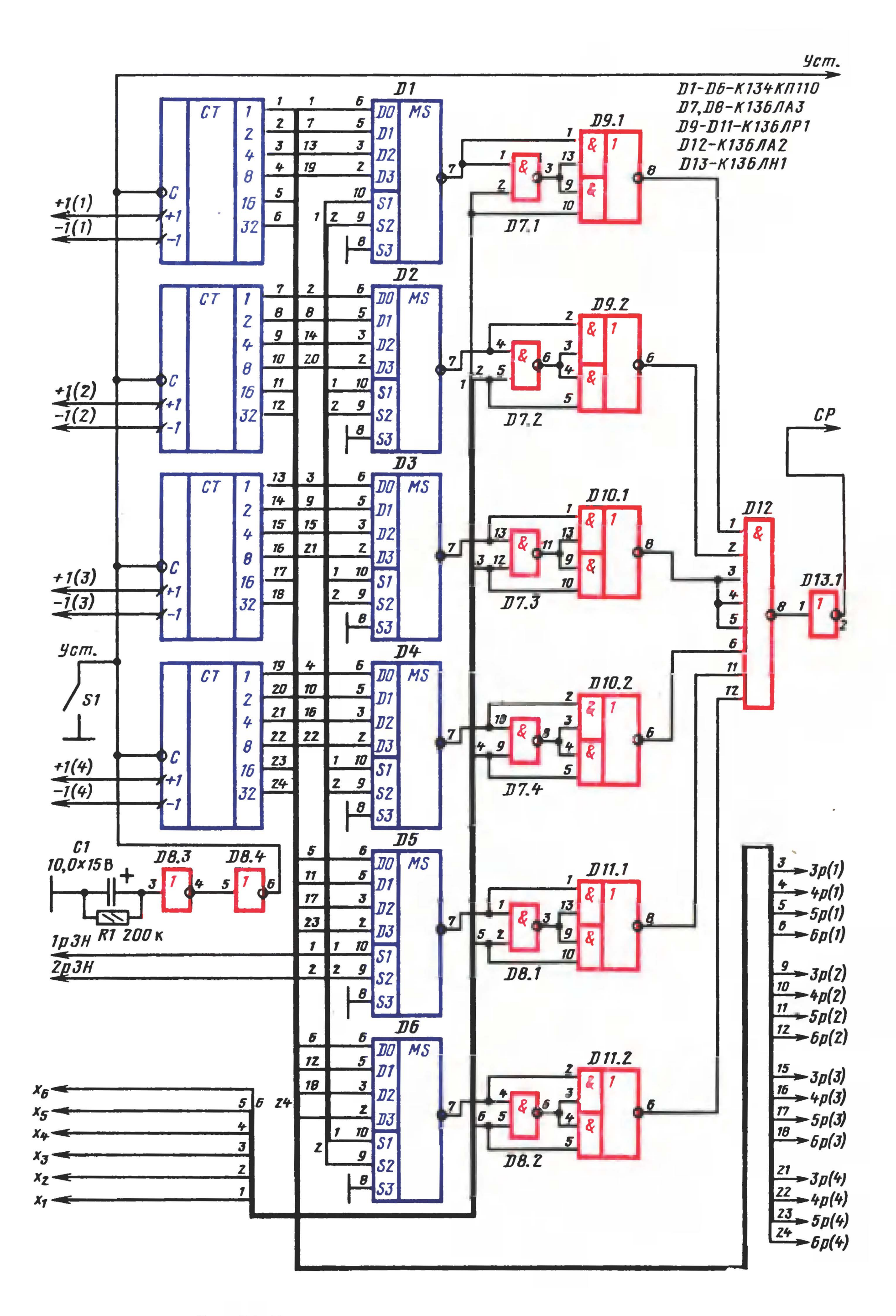


Рис. 74. Принципиальная схема узла положения лошади

ся, то меняется и положение препятствий на экране по горизонтали. Создается иллюзия движения препятствий справа налево. В течение развертки одной строки устройство сравнения формирует дважды сигнал препятствия; это значит, что в двух определенных местах на дорожке будут изображены препятствия. Скорость движения препятствий можно менять, устанавливая переключатель S1 в положение, соответствующее меньшей частоте. По достижении игроками финиша на вход формирователя приходит инверсный сигнал "Стоп", по которому блокируется элемент D7.3, и препятствия перестают двигаться.

С выходов триггеров счетчика снимаются сигналы, которые используются в узле звуковых эффектов для создания "топота" лошадей (сигналы T1—T3), для переключения ног лошадей в логической матрице (сигналы H, $\overline{H}$) и прыжка лошади (сигнал T3).

Узел положения лошади

Принципиальная схема узла положения лошади приведена на рис. 74. Его основное назначение — сформировать импульсы сравнения, по которым графогенератор воспроизводит изображение лошади. Импульсы должны обеспечивать независимое смещение каждой лошади по горизонтали в пределах от старта до финиша.

Узел состоит из четырех однотипных реверсивных шестиразрядных счетчиков (см. рис. 16), коммутатора кодов на мультиплексорах D1 — D6 и устройства сравнения на микросхемах D7 — D13.

Узел работает следующим образом. При включении приставки на входе элемента D8.3 некоторое время удерживается напряжение, меньшее, чем напряжение высокого уровня. Этого достаточно, чтобы на выходе элемента D8.4 сформировался отрицательный импульс, по которому производится запись в счетчики начального кода 110111. Код соответствует положению лошадей на старте (с левой стороны экрана). На входы мультиплексоров поданы шестиразрядные коды чисел, соответствующих положению каждой лошади по горизонтали. Однако вывод кода на устройство сравнения осуществляется поочередно кодом номера зоны, поданным на адресные входы мультиплексоров. На выходах микросхем D1 — D6 выбранный код сравнивается с набором импульсов горизонтальной дискретизации растра. При равенстве кодов на выходе элемента D13.1 формируется импульс, который поступает в блок выборки адреса (рис. 65). В течение кадра по числу зон вырабатываются четыре импульса.

Поскольку мультиплексоры инвертируют входную информацию, увеличение кода любого счетчика приводит к смещению лошади влево, а уменьшение кода — к смещению лошади вправо.

Программный блок

Программный блок обрабатывает входные сигналы и выдает сигналы управления на ряд узлов по заданному алгоритму. Основная трудность обработки сигналов заключается в том, что сигналы препятствий, лошадей, а также импульсы сравнения с узла положения лошади хотя и проходят каждый по своим цепям, но это сигналы динамические и в пределах цепи они смешаны. Необходимо выделить сигналы для каждой зоны, а затем уже их обработать.

Принципиальная схема программного блока показана на рис. 75. Блок состоит из дешифраторов D1 — D3, устройств совпадения на элементах D4.1 — D4.3, мультиплексора сигнала "Сбой" (D5) и четырех формирователей импульсов счета +1 и −1. Формирователи идентичны, поэтому на рис. 75 показан один из них, в данном случае предназначенный для верхней (первой) дорожки.

Для формирователей Ф2, Ф3 и Ф4 используются соответственно сигналы

D1–D3–К134ИД6
D4, D6–К136ЛА3
D5–К134КП10
D7–К136ЛН1
D8–К136ЛА1
D9–К136ЛА4

Рис. 75. Принципиальная схема программного блока

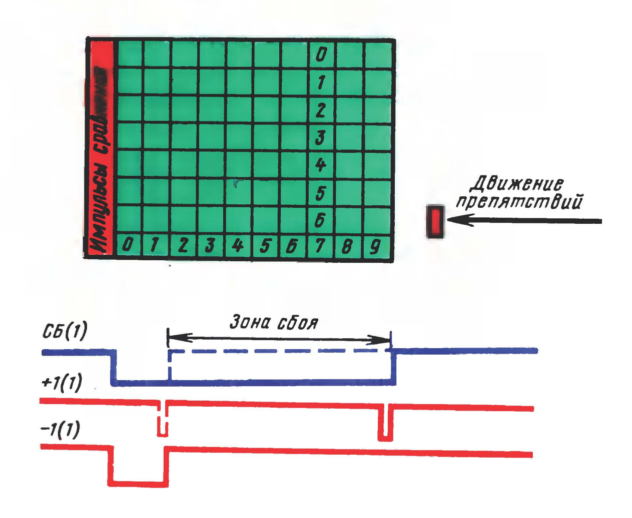


Рис. 76. Принцип формирования импульсов счета +1 и –1

"3Р (2) – 6Р (2)", "3Р (3) – 6Р (3)", "3Р (4) – 6Р (4)", поступающие из узла положения лошади (рис. 74). Выходные сигналы "БЛ", "СБ", "+1" и "–1" имеют в скобках нумерацию того формирователя, в котором они вырабатываются.

Работает программный блок следующим образом. При нажатии кнопки "Уст."

(в узле положения лошади) на элемент D8.1 приходят единичные сигналы и на выходе устанавливается нуль. Элемент D9.1 блокируется, и импульсы +1 на выход блока не поступают. Этим устраняется сдвиг лошади назад (влево) при столкновении с препятствиями на старте. Первые три шага возможны только вперед. Как только в третьем разряде реверсивного счетчика в узле положения лошади будет напряжение высокого уровня, на выходе элемента D8.1 устанавливается единица и на элементах D7.2, D9.1 разрешается формирование импульсов счета +1.

Триггеры D6.1, D6.4 устанавливаются в исходное (нулевое) состояние импульсами с дешифратора D2. На вход младшего разряда дешифратора D2 поступают отрицательные импульсы, возникающие в результате совпадения импульсов препятствий и импульсов сравнения. На следующие два входа поступает код номера зоны. В зависимости от номера зоны сигнал появляется на 0, 2, 4 или 6 шине дешифратора. На выходе элемента D6.1 формируется нуль, а на выходе инвертора D7.2 — единица, и элемент D4.4 подготовлен к выдаче на выход блока импульса −1.

При совпадении сигнала препятствия и сигнала первого элемента горизонтальной строки матрицы на вход младшего разряда дешифратора D3 подаются отрицательные импульсы. В зависимости от номера зоны выходной сигнал также появляется на одном из выходов дешифратора D3. Пусть код номера зоны — 00. Тогда срабатывает триггер на элементах D6.3, D6.4 и на выходе элемента D4.4 устанавливается нуль. Возврат этого триггера в исходное состояние происходит, как описано ранее, по сигналам с дешифратора D2. Таким образом формируется импульс счета −1 (рис. 76). Импульс −1 подается в узел положения лошади и приводит к смещению формируемого изображения на один шаг вправо.

Импульс −1 вырабатывается при отсутствии столкновения лошади с препятствием. При столкновении лошади с препятствием на одном из выходов дешифратора D1 (рис. 75) появляются отрицательные импульсы, которые (при коде номера зоны 00) устанавливают триггер на элементах D6.1, D6.2 в единицу. На выходе инвертора D7.2 появляется напряжение низкого уровня, запрещая прохождение через элемент D4.4 импульсов −1. Формирователь импульсов на элементах D7.2, D9.1 (при единичном состоянии элемента D8.1) формирует короткий отрицательный импульс +1, который поступает также в узел положения лошади и приводит к смещению изображения на один шаг влево. Сигнал "Сбой" формируется при совпадении препятствий с любым элементом изображения лошади, поэтому импульс −1 на выходе элемента D4.4 формируется только при полном отсутствии сбоя, что обеспечивается задержкой появления единицы на выходе инвертора D7.2 за счет конденсатора C1.

Мультиплексор D5 получает сигналы сбоя из четырех формирователей импульсов счета и собирает их в общую линию. Затем сигнал "Сбой" подается на логическую матрицу и в формирователь цвета. Ряд сигналов программного блока используется в формирователе звуковых эффектов.

Формирователь звуковых эффектов

Принципиальная схема формирователя звуковых эффектов приведена на рис. 77. Генератор звуковой частоты (около 2 кГц) выполнен на транзисторе VT1 и элементах D1.1, D1.2. С выхода инвертора D1.2 импульсы поступают на четырехразрядный счетчик, выполненный на D-триггерах D2.1, D2.2, D3.1, D3.2. С инверсных выходов триггеров сигналы поступают на устройство совпадения D5.1—D5.3, D6.1. Сигнал высокого тона соответствует верхней лошади, самый низкий — нижней лошади, остальные — промежуточным лошадям.

На старте импульсом блокировки БЛ (1) — БЛ (4) запрещается звуковая сигнализация при неудачном прыжке лошади. На трассе на элементы D5.1 — D5.3, D6.1 подается сигнал сбоя каждой лошади СБ (1) — СБ (4), который разрешает прохождение импульсов звуковой частоты на вход ЗЧ телевизора. Топот лошадей выраба-

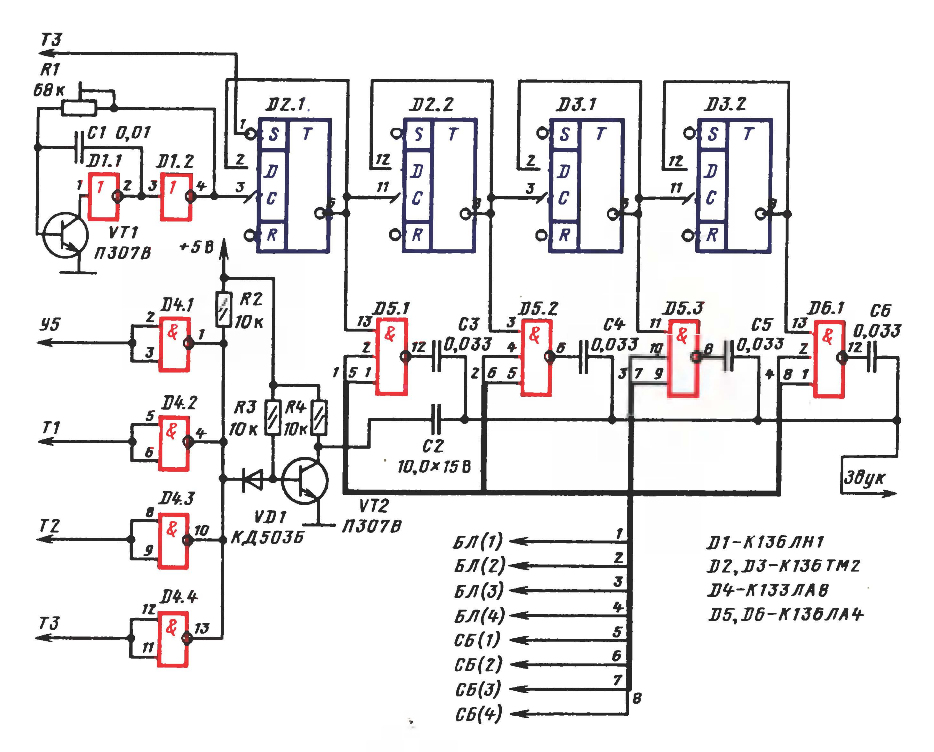


Рис. 77. Принципиальная схема формирователя звуковых эффектов

тывается элементами D4.1 – D4.4, на входы которых подаются сигналы T1 – T3 с формирователя препятствий и сигнал $у_5$ с синхрогенератора. Транзистор VT2 суммирует составляющие сигнала топота. Сформированный сигнал топота с коллектора транзистора VT2 смешивается со звуковыми сигналами сбоя лошадей.

Резистором R1 устанавливают исходную частоту генератора звуковой частоты.

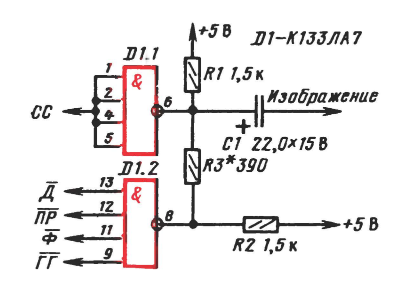
Смеситель сигналов

Схема смесителя приведена на рис. 78. Принципиально она не отличается от аналогичного смесителя сигналов в игре "Хоккей", показанного на рис. 58. На вход элемента D1.2 подаются инверсные сигналы дорожек $\overline{Д}$, препятствий $\overline{ПР}$, финиша $\overline{Ф}$ и сигналы графогенератора $\overline{ГГ}$. На вход элемента D1.1 поступают сигналы синхронизации СС. Полный сигнал изображения формируется на выходе элемента D1.1 и через конденсатор C1 подается на выход приставки.

Формирователь цветовых сигналов

Принципиальная схема формирователя цветовых сигналов показана на рис. 79. Выходные сигналы цвета элементов изображения игры соответствуют приведенным в табл. 5. Дешифратор D1 из общего сигнала графогенератора выделяет сигналы отдельных лошадей. При этом на выходе 0 дешифратора выделяется сигнал первой (верхней) лошади, на выходе 2 – второй, на выходе 4 – третьей и на выходе 6 – нижней (четвертой). При сбое на входы шифратора, выполненного на элементах D2.1, D2.2, D3.1, подается напряжение низкого уровня, и окраска лошади, определенной кодом зоны, меняется с цветной на белую. На элементе

Рис. 78. Принципиальная схема смесителя сигналов



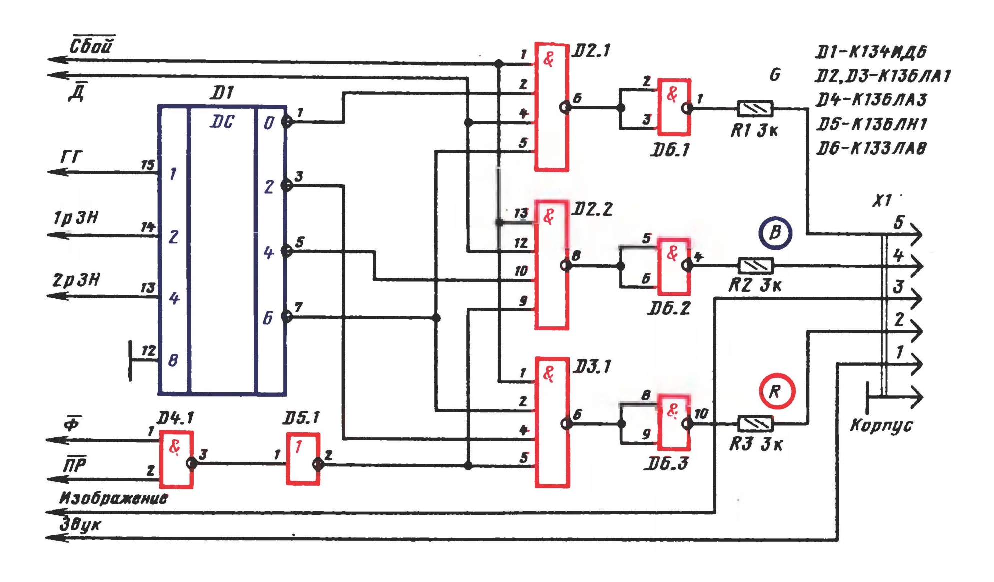


Рис. 79. Принципиальная схема формирователя цветовых сигналов

Таблица 5

Элемент изображения	Цвет	Уровень напряжения на выходах микросхемы D6		
		R	G	B
Первая лошадь	Зеленый	0	0	1
Вторая лошадь	Красный	0	1	1
Третья лошадь	Синий	1	1	0
Четвертая лошадь	Желтый	0	0	1
При сбое				
Любая лошадь	Белый	0	0	0
Дорожки	Голубой	1	0	0
Финиш	Пурпурный	0	1	0
Препятствия	–"–	0	1	0

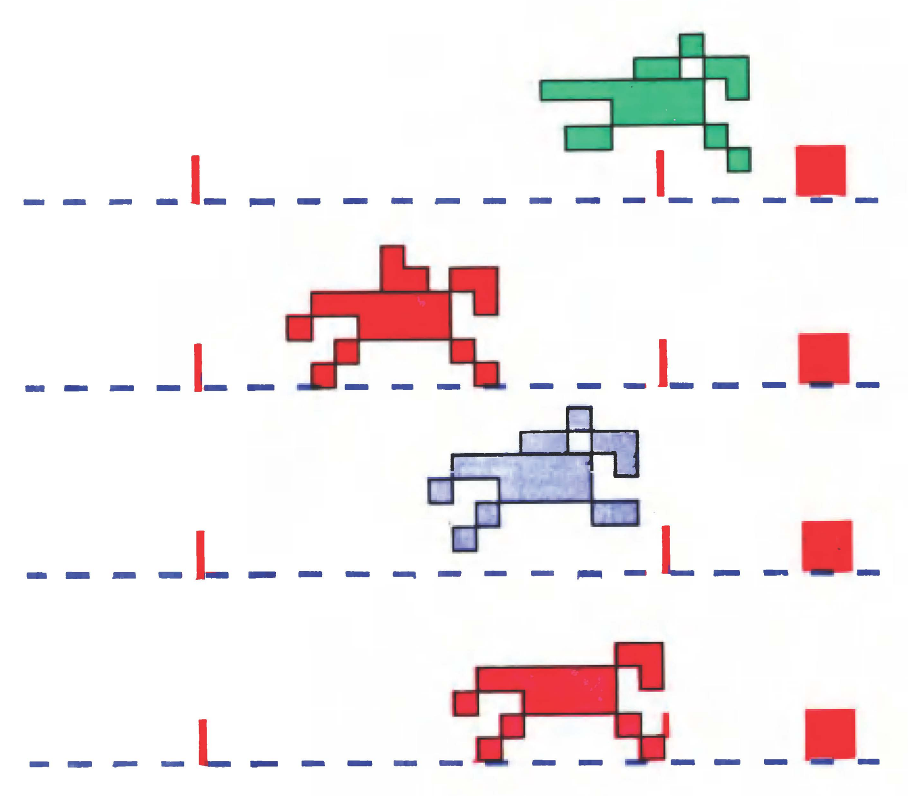


Рис. 80. Общий вид изображения игры "Скачки"

D4.1 суммируются инверсные сигналы финиша $\overline{Ф}$ и препятствий $\overline{ПР}$. Полный цветовой сигнал, а также сигналы синхронизации и звуковых эффектов поступают на разъем X1.

Общий вид изображения на экране телевизора при игре в "Скачки" показан на рис. 80.

Советы по изготовлению приставок

Вопросы, связанные с конструкцией и монтажом игровых приставок, здесь подробно не рассматриваются. В зависимости от имеющейся элементной базы каждый радиолюбитель конкретно решит эту задачу. Однако любая конструкция должна обеспечивать эффективный отвод тепла от микросхемы. Микросхемы средней степени интеграции, потребляющие значительно большие токи, должны располагаться в непосредственной близости от вентиляционных отверстий. При выборе элементной базы предпочтение надо отдать элементам с малым потреблением мощности. Полностью выполнить приставку на таких микросхемах, как правило, не удается из-за ограниченной номенклатуры серии и малой нагрузочной способности микросхем.

В приставках возможна прямая замена микросхем серий К133, К136 на более распространенные К155 (см. табл. 6). Вместо микросхем К134КП10 можно применять микросхемы К155КП5, К155КП7, а вместо микросхем К134ИД6 — микросхемы К155ИД1 (при условии согласования ТТЛ-уровней). Цоколевка микросхем

Таблица 6

Микросхемы К133, К136		Микросхемы К155, КМ155	
К133ЛА1	К136ЛА1	К155ЛА1 – К155ЛА4	КМ155ЛА1 – КМ155ЛА4
К133ЛА4	К136ЛА4		
К133ЛА7		К155ЛА7	КМ155ЛА7
К133ЛА8		К155ЛА8	КМ155ЛА8
К133ЛР1	К136ЛР1	К155ЛР1	КМ155ЛР1
К133ЛР3	К136ЛР3	К155ЛР3	КМ155ЛР3
К133ЛР4	К136ЛР4	К155ЛР4	КМ155ЛР4
К133ЛН1	К136ЛН1	К155ЛН1	КМ155ЛН1
К133ТВ1	К136ТВ1	К155ТВ1	КМ155ТВ1
К133ТМ2	К136ТМ2	КМ155ТМ2	КМ155ТМ2
К133ИЕ2		КМ155ИЕ2	КМ155ИЕ2
К133ИЕ5		К155ИЕ5	КМ155ИЕ5
К133ИЕ7		К155ИЕ7	КМ155ИЕ7

серии К134 и К155 не совпадает, это необходимо учитывать при монтаже. Микросхемы серии К155 потребляют значительно больший ток (в 3 – 5 раз больший, чем К136, и примерно в 10 раз больший, чем К134). Тем не менее блок питания, показанный на рис. 27, можно использовать в приставке "Хоккей", выполненной и на микросхемах серии К155. Игровую приставку "Скачки", собранную на аналогичных микросхемах, лучше запитать от отдельного источника, рассчитанного на ток потребления около 1,2 А. Диоды КД503Б можно заменить любыми кремниевыми высокочастотными диодами (Д220, Д223, КД521 и т. д. с любыми буквенными индексами).

Наиболее удобным видом монтажа следует считать монтаж на унифицированных печатных платах с площадками для установки микросхем. Соединения между выводами отдельных элементов (резисторов, конденсаторов, микросхем и т. д.) делаются короткими тонкими изолированными проводниками. Питающие напряжения должны разводиться проводниками с возможно более низким сопротивлением. На плате следует обязательно устанавливать блокирующие конденсаторы. Низкочастотные помехи, проникающие в устройство по шинам питания, устраняются конденсаторами из расчета 0,1 мкФ на микросхему; включать конденсатор нужно между выводами "Питание" и "Корпус" непосредственно в месте подключения питания. Конденсаторы, развязывающие питание по высокой частоте, должны быть равномерно распределены по всей площади печатной платы из расчета один конденсатор емкостью 0,022 мкФ на группу из десяти микросхем. В качестве низкочастотных возможно применение конденсаторов типа К53-4, К50-6, а в качестве высокочастотных – КМ-6, К10-23 и т. д.

Изготавливать отдельные узлы и устройства приставок желательно в порядке, приведенном при описании игр. Монтаж надо вести без лишней торопливости, аккуратно. На принципиальных схемах неиспользуемые выводы микросхем не показаны, при монтаже они не распаиваются. Некоторое снижение быстродействия и помехоустойчивости микросхем в этом случае на работе игровых приставок не сказывается. Разводка питания на микросхемы производится в соответствии с табл. 7. Расположение выводов для микросхем К133, К134, К136, К155 показано на рис. 81, для микросхем К521СА3 – на рис. 82.

Таблица 7

Микросхема	Номер вывода 5 В	Номер вывода Общий	Микросхема	Номер вывода 5 В	Номер вывода Общий
К136ЛА1—К136ЛА4	14	7	К136ТВ1	14	7
К133ЛА7	14	7	К136ТМ2	14	7
К133ЛА8	14	7	К133ИЕ2	6	10
К136ЛР1	14	7	К133ИЕ5	5	10
К136ЛР3	14	7	К133ИЕ7	16	8
К136ЛР4	14	7	К134КП10	4	11
К136ЛН1	14	7	К134ИД6	16	8

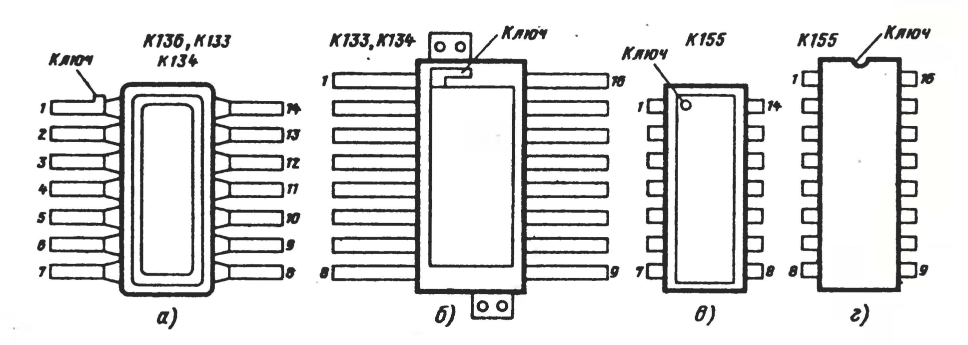


Рис. 81. Расположение выводов 14-выводных микросхем К136 (*а*), 16-выводных микросхем К133, К134 (*б*), 14-выводных микросхем К155 (*в*), 16-выводных микросхем К155 (*г*)

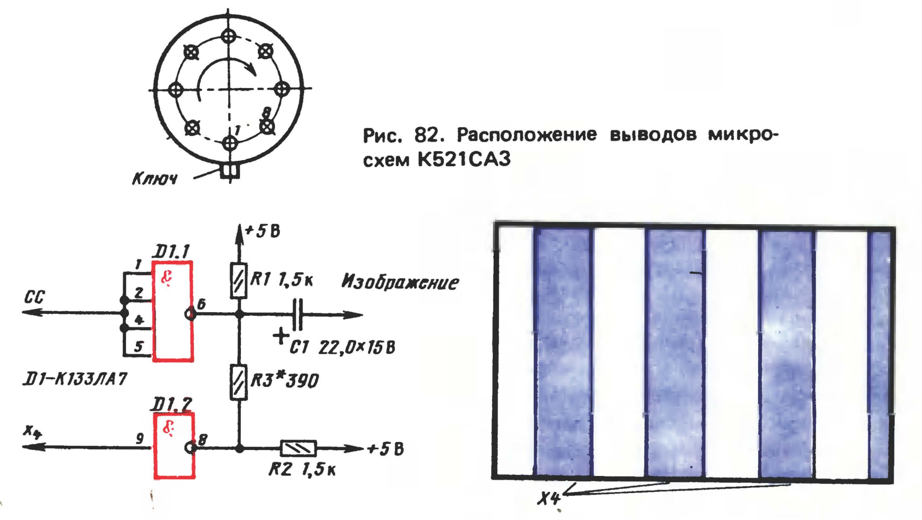


Рис. 82. Расположение выводов микросхем К521СА3

Рис. 83. Схема для просмотра сигнала x_4 на экране телевизора и его изображение

Для регулировки узлов, а также проверки и контроля отдельных микросхем необходим осциллограф с полосой пропускания не менее 1 МГц. Просмотр импульсов ведется в режиме внешнего запуска как от кадровых (при просмотре горизонтальных линий или фрагментов изображения), так и от строчных синхронизирующих импульсов (при просмотре вертикальных линий или фрагментов изображения). Только в этом режиме можно получить неподвижное засинхронизированное изображение нужного сигнала, что значительно ускоряет поиск неисправных элементов устройства или ошибок, допущенных при монтаже. Использование микросхем, отличных от приведенных в устройствах, потребует подбора некоторых элементов, что также трудно сделать без осциллографа.

Любой сигнал, сформированный игровой приставкой, можно просмотреть на экране телевизора. Для этого импульсы подают на смеситель сигналов. На рис. 83 в качестве примера приведены схема для просмотра импульса x_4 и соответствующее ему изображение на экране.

Большую помощь в налаживании приставок оказывают временные диаграммы работы отдельных узлов. Это основной источник, по которому можно объективно оценить правильность монтажа по принципиальным схемам.

Заключение

Вы познакомились с двумя игровыми приставками. Одна из них — "Хоккей" — при умеренном числе корпусов микросхем (около 80) имеет простую схемотехнику и наиболее удобна для повторения. При этом не надо ограничиваться простым копированием устройства, а искать пути к дальнейшему совершенствованию как алгоритмов телевизионных игр, так и их потребительских качеств. Так, в "Хоккее" можно усложнить траекторию движения шайбы, сформировать с помощью графогенератора силуэты игроков, ввести время, горизонтальное перемещение игроков и т. д. В "Скачках" может быть изменено расположение препятствий, их размер и число, введен разворот при достижении финиша, автоматическое изменение скорости движения препятствий, номера лошадей и т. д. Фантазия здесь ничем не ограничена. Конечно, улучшение качества должно достигаться минимальным числом дополнительных микросхем. Иначе лучше остановиться на достигнутом.

Постоянное совершенствование микроэлементной базы, в частности, применение микропроцессоров и микропроцессорных наборов и использование гибких дисков и кассет с магнитной лентой для хранения программ компьютерных игр, создает возможности для развития и совершенствования телевизионных игр.

Список литературы

1. **Шепотковский Л., Чарный М.** Телеигра "Теннис и хоккей" // Радио. — 1978. — № 1. — С. 22—25.
2. **Бибиков М., Колпаков Ю.** Телеигра "Морской бой" // Радио. — 1978. — № 9. — С. 17—20.
3. **Овечкин М.** Универсальный телеигровой блок // Радио. — 1979. — № 3. — С. 45—48. — № 4. — С. 45—48.
4. **Горовиков В.** Телеигра "ПВО — Воздушный бой" // Радио. — 1979. — № 10. — С. 44—49.
5. **Серый В.** Приставка для телеигр // Радио. — 1982. — № 5. — С. 51—53.
6. **Гуглин И. Н.** Телевизионные устройства отображения информации. — М.: Радио и связь, 1981. — 200 с.
7. **Гуглин И. Н.** Телевизионные игровые автоматы и тренажеры. — М.: Радио и связь, 1982. — 272 с.
8. **Зельдин Е. А.** Триггеры. — М.: Энергоатомиздат, 1983. — 96 с.
9. **Алексенко А. Г., Коломбет Е. А., Стародуб Г. И.** Применение прецизионных аналоговых микросхем. — М.: Радио и связь, 1985. — 256 с.
10. **Якубовский С. В., Барканов Н. А.** и др. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы. — М.: Радио и связь, 1985. — 432 с.
11. **Саулов А., Овечкин М., Муравин В., Фищенко В.** Усовершенствование телеигр // Радио. — 1982. — № 7. — С. 26, 27.
12. **Алексеев С.** Применение микросхем серии 155 // Радио. — 1977. — № 10. — С. 46—48. — № 5. — С. 37, 38.
13. **Баранов В., Холопцев В.** Телевизор отображает информацию // Радио. — 1978. — № 10. — С. 46—48. — № 11. — С. 44—48, — 1979. — № 1. — С. 37—40.
14. **Тарабрин Б. В., Якубовский С. В.** и др. Справочник по интегральным микросхемам. — М.: Энергия, 1980. — 816 с.
15. **Овечкин М.** Простые генераторы на микросхемах // Радио. — 1979. — № 7. — С. 31.
16. **Овечкин М.** Любительские телевизионные игры. — М.: Радио и связь, 1985. — 64 с.

Содержание

Предисловие ко второму изданию 3
Элементная база телевизионных игр 4
  Комбинационные устройства 4
  Триггеры 6
  Счетчики 9
  Компараторы 12
Вспомогательные узлы телевизионных игр 12
  Генераторы сигналов 12
  Расширители импульсов 14
  Формирователи коротких импульсов 15
  Блок питания 18
Вывод информации на экран телевизора 18
  Формирование знаков 19
  Вывод яркостной и цветовой информации 22
  Синхрогенератор 25
Телевизионная игровая приставка "Хоккей" 28
  Алгоритмы работы и структурная схема 28
  Формирователь площадки 30
  Формирователь игроков 33
  Формирователь шайбы 35
  Счетчики результата 37
  Знакогенератор 38
  Узел логических операций 41
  Устройство электронного управления игроками 45
  Формирователь щелчка 47
  Смеситель сигналов 47
  Формирователь цветовых сигналов 47
Телевизионная игровая приставка "Скачки" 49
  Алгоритм работы и структурная схема 49
  Графогенератор 52
  Счетчик зон и формирователь дорожек 56
  Узел управления лошадью 57
  Формирователь финиша 58
  Формирователь препятствий 58
  Узел положения лошади 61
  Программный блок 61
  Формирователь звуковых эффектов 63
  Смеситель сигналов 64
  Формирователь цветовых сигналов 64
Советы по изготовлению приставок 66
  Заключение 69
  Список литературы 70

Научно-популярное издание

Массовая радиобиблиотека.
Вып. 1135

МИХАИЛ АЛЕКСЕЕВИЧ ОВЕЧКИН

ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ИГРЫ

Руководитель группы Массовой радиобиблиотеки *И. Н. Суслова*
Редактор *Т. В. Жукова*
Художественный редактор *Н. С. Шеин*
Обложка художника *А. С. Дзуцева*
Технический редактор *Л. А. Горшкова*
Корректор *З. Г. Галушкина*

ИБ № 1849

Подписано в печать с оригинала-макета 7.12.88. Т-21844. Формат 60×90/16.
Бумага писчая № 1. Гарнитура "Универс". Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,5.
Усл. кр.-отт. 4,75. Уч.-изд. л. 5,66. Тираж 100 000 экз. Изд. № 22449
Зак. № 7260. Цена 45 к.
Издательство "Радио и связь". 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Тираспольская фабрика офсетной печати Госкомиздата Молдавской ССР, г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 99

45 к.



Любительские телевизионные игры

Издательство «Радио и связь»